

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης ώριμων ροδάκινων και
νεκταρινιών με θερμικό σοκ και τροποποιημένη ατμόσφαιρα

ΜΑΛΑΚΟΥ ΑΘΗΝΑ

Επιβλέπων καθηγητής
ΝΑΝΟΣ Δ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2002

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Νάνο Δ. Γεώργιο για τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις, καθώς και για τη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης της μεταπτυχιακής διατριβής μου.



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1094/1
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
664.8
ΜΑΛ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	1
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	34
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	42
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	47
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σχετικά ώριμα ροδάκινα cv Royal Glory και νεκταρίνια cv Caldesi 2000 εμβάπτισθηκαν σε νερό θερμοκρασίας 46°C για 25min και κατόπιν τοποθετήθηκαν στους 0-1°C σε συσκευασίες μισού κιλού από σακούλες πολυαιθυλενίου με σκοπό τη δημιουργία συνθηκών τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών στους καρπούς έγιναν αρχικά και μετά από 1 ή 2 εβδομάδες ψυχροσυντήρησης και αφού παρέμειναν για 1 μέρα στους 20°C.

Η σκληρότητα της σάρκας των καρπών μειώθηκε και η ειδική αγωγιμότητα της σάρκας αυξήθηκε με τη διάρκεια συντήρησης. Έτσι η ωρίμανση των καρπών συνεχίστηκε κατά τη συντήρηση και των 2 ποικιλιών που μελετήθηκαν, κυρίως γιατί οι συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας που δημιουργήθηκαν δεν περιορίσαν το ρυθμό ωρίμανσης πέραν του περιορισμού λόγω της συντήρησης σε χαμηλή θερμοκρασία και πολύ υψηλή σχετική υγρασία.

Η εμβάπτιση σε θερμό νερό δεν προκάλεσε ζημιά στους καρπούς ενώ μείωσε την εμφάνιση σήψεων. Η εμβάπτιση σε θερμό νερό καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών και των 2 ποικιλιών που μελετήθηκαν ιδιαίτερα κατά την 1^η εβδομάδα συντήρησης καθώς δεν τροποποίησε ουσιαστικά το ρυθμό αναπνοής αλλά καθυστέρησε το μαλάκωμα της σάρκας και την αύξηση της ειδικής αγωγιμότητας.

Επομένως, η εμπορία σχετικά ώριμων ροδάκινων και νεκταρινιών είναι εφικτή αν προηγουμένως αυτά υποστούν τη μεταχείριση με θερμό νερό και η μετασυλλεκτική διακίνηση των φρούτων διεξαχθεί σε 1 εβδομάδα, σε θερμοκρασίες κοντά στο μηδέν και οικογενειακές συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας για τη μείωση των ζημιών από μωλωπισμούς, των απωλειών βάρους και του ρυθμού ωρίμανσης.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ροδάκινα και νεκταρίνια καλλιεργούνται σε ορισμένες περιοχές του κόσμου όπου το κλίμα το επιτρέπει. Σημαντικό μέρος της παγκόσμιας παραγωγής (περίπου το μισό) προέρχεται από τη Ν. Ευρώπη, με την Ιταλία, Ισπανία, Ελλάδα και Γαλλία να παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες (Σφακιωτάκης, 1993). Στην Ελλάδα, η παραγωγή επιτραπέζιων ροδάκινων το 2000 κυμαίνονταν στα 290.000 κιλά και των νεκταρινιών στα 113.000 κιλά. Οι παραγωγές αυτές προέρχονταν από καλλιέργειες 151.000 και 60.000 στρεμμάτων, αντίστοιχα (Κουκουργιάννης, 2002.). Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ποικιλιών ροδάκινων που η ωρίμανσή τους καλύπτει μια περίοδο από αρχές Ιουνίου μέχρι και τον Σεπτέμβριο για την Ελλάδα. Αφού λοιπόν η διαθεσιμότητα των φρούτων αυτών είναι δεδομένη (σε συνδυασμό με τον κατάλληλο προγραμματισμό φυτεύσεων ποικιλιών) για μεγάλο χρονικό διάστημα, δεν καθίσταται αναγκαία η μακρά συντήρησή τους, παρά για μικρό χρονικό διάστημα, έως ότου γίνει η μεταφορά και διάθεσή τους στις αγορές του εξωτερικού.

Σημαντικές είναι οι ποσότητες που εξάγονται από την Ελλάδα σε χώρες της Β. Ευρώπης (που δυστυχώς τελευταία έχουν μειωθεί πολύ). Οι εξαγωγές στις χώρες αυτές γίνονται περισσότερο με πρώιμα και μεσοπρώιμα ροδάκινα, σε σχέση με ροδάκινα μέσης και όψιμης εποχής ωρίμανσης. Ποικιλίες μέσης και όψιμης εποχής ωρίμανσης έχουν φυτευτεί εκτεταμένα σε όλη την Μεσόγειο με αποτέλεσμα και παράλληλα με τις εξαγωγές καρπουζιών, πεπονιών και σταφυλιών, από τα μέσα Ιουλίου και μετά να μειώνονται οι εξαγωγές λόγω έλλειψης μεταφορικών μέσων ή υψηλού κόστους μεταφοράς (λόγω απόστασης). Για τα εκπύρηννα ροδάκινα απαιτούνται 1-2 εβδομάδες για τη μεταφορά και διάθεσή τους σε μακρινές αγορές, ενώ τα συμπύρηννα διατηρούνται σε ψύξη 1-4 εβδομάδες μέχρι την κονσερβοποίηση. Σκοπός της εργασίας δηλαδή δεν είναι πώς να επιμηκυνθεί η συντηρησιμότητά τους αλλά να διατηρηθεί η ποιότητα κατά τη συντήρηση για αυτές τις 1-2 εβδομάδες.

Η γρήγορη ωρίμανση ροδάκινων είναι υπεύθυνη για τη μικρή μετασυλλεκτική ζωή και τη ζωή στο ράφι, γι' αυτό και απαιτείται αποτελεσματική μετασυλλεκτική μεταχείριση. Η ωρίμανση μπορεί να

καθυστερήσει με την ψύξη σε ψυγεία κοινής ή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας. Όμως τα ροδάκινα κατά την ψυχροσυντήρηση (σε συνδυασμό με τη διάρκεια συντήρησης) εμφανίζουν συμπτώματα ζημιάς από χαμηλές θερμοκρασίες άνω του μηδενός (chilling) και συνεπώς απώλεια ποιότητας. Όπως βέβαια αναφέραμε και παραπάνω, η ανάγκη για μακρά συντήρηση είναι μικρή, γιατί είναι διαθέσιμες πολλές ποικιλίες που ωριμάζουν καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο, αρκεί να έχουν φυτευτεί σε ικανοποιητικές εκτάσεις. Παρόλα αυτά οι καταναλωτές παραπονιούνται για φτωχή ποιότητα εξ' αιτίας κυρίως της πολύ πρώιμης συγκομιδής (ανώριμοι καρποί) και τις ελλείψεις συνθήκες συντήρησης και μεταφοράς. Η ποιότητα των φρούτων μπορεί να βελτιωθεί με καθυστέρηση της συγκομιδής, τουλάχιστον μέχρι να ολοκληρωθεί η φυσιολογική ωρίμανση πάνω στο δέντρο (Bonghi et al., 1999). Τα ώριμα φρούτα είναι σαφώς πιο αποδεκτά από τους καταναλωτές γιατί έχουν καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και γενικότερα καλύτερη ποιότητα και επομένως μεγαλύτερη εμπορική αξία. Ροδάκινα και νεκταρίνια με 11% ή και περισσότερα ΔΣΣ είναι πολύ αποδεκτά από τους καταναλωτές (Claypool, 1977). Επίσης, όσο περισσότερα είναι τα ΔΣΣ τόσο χαμηλότερο είναι το σημείο της θερμοκρασίας που παγώνει ο καρπός και επομένως και η θερμοκρασία συντήρησης μπορεί να είναι πιο χαμηλή και η ευαισθησία στο chilling να είναι περιορισμένη (Mitchell et al, 1974). Η σάρκα των ανώριμων αναπτυσσόμενων φρούτων περιέχει λίγα σάκχαρα και μεγάλες ποσότητες αμύλου, οξέων και τανινών, καθιστώντας τα έτσι ακατάλληλα για φαγητό. Καθώς τα φρούτα πλησιάζουν στην ωρίμανση, τα κύτταρα της σάρκας μεγαλώνουν σημαντικά και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξάνεται, ενώ τα άμυλο, τα οξέα και οι τανίνες μειώνονται. Τα ροδάκινα κοντά στη συγκομιδή δεν έχουν σχεδόν καθόλου άμυλο και η βελτίωση της συγκέντρωσης σακχάρων γίνεται με τη συνεχιζόμενη εισροή αυτών στον καρπό από το φυτό. Επιπλέον, συγκεκριμένες πτητικές ενώσεις αναπτύσσονται, δίνοντας στο κάθε φρούτο το χαρακτηριστικό του άρωμα. Τα πυρηνόκαρπα μαλακώνουν καθώς ωριμάζουν με μεγάλες διαφορές μεταξύ των ειδών και των ποικιλιών. Ενώ αποκτούν την καλύτερη ποιότητα όταν ωριμάσουν πλήρως, είναι τόσο μαλακά ώστε να είναι δύσκολο να δεχτούν τους διάφορους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Έτσι ροδάκινα, δαμάσκηνα και νεκταρίνια μαζεύονται πριν ωριμάσουν πλήρως και συνεχίζουν την ωρίμανσή τους μετά τη συγκομιδή για

να αποκτήσουν καλή ποιότητα. Ωστόσο, ροδάκινα (και τα υπόλοιπα πυρηνόκαρπα) που μαζεύονται πριν την πλήρη ωρίμανση, μπορεί μεν να ωριμάσουν, αλλά ποτέ δεν θα αποκτήσουν καλή γεύση αφού είναι κλιμακτηρικοί καρποί (Kader and Mitchell, 1989). Ατελής απώλεια του πράσινου χρώματος μπορεί επίσης να συμβεί. Τα μη ώριμα φρούτα είναι πιο ευαίσθητα στην απώλεια νερού, περιέχουν χαρακτηριστικά λιγότερα σάκχαρα και περισσότερα οξέα, σημαντικά λίγες πτητικές ουσίες και όλα αυτά συντελούν σε ανεπαρκή γευστική ποιότητα και επιπλέον προσβάλλονται εύκολα από φυσιολογικές ασθένειες (π.χ. επιφανειακό έγκαυμα). Από τη στιγμή που θα ωριμάσουν πλήρως, είτε πάνω στο δέντρο είτε όχι, αρχίζουν να χάνουν την επιθυμητή τους γεύση και άρωμα και επίσης γίνονται υπερβολικά μαλακά στην υφή. Τα υπερώριμα φρούτα, σαν μαλακότερα, είναι πιο ευαίσθητα στην προσβολή από μικροοργανισμούς και έχουν σύντομη εμπορική ζωή (μειωμένη ικανότητα για συντήρηση και μεταφορά), έστω και αν χρησιμοποιηθούν τα καλύτερα τεχνολογικά μέσα όπως τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Μεταξύ των δύο τάσεων ο παραγωγός πρέπει να συμβιβαστεί και να κάνει τη χρυσή τομή ώστε να συνδυάζει ικανοποιητική συντήρηση και καλή ποιότητα καρπών (Σφακιωτάκης, 1995, Βασιλακάκης και Θερίος, 1994).

Ως κριτήρια συγκομιδής των επιτραπέζιων ροδάκινων χρησιμοποιούνται από τους γεωπόνους οι μεταβολές στο βασικό χρώμα (χάρτες χρωμάτων), η αντίσταση της σάρκας στην πίεση και η καρπική περίοδος, αλλά και το χαρακτηριστικό μέγεθος της ποικιλίας και η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά. Θερμοκρασίες πάνω από το μέσο όρο κατά την αύξηση του καρπού είναι δυνατόν να συντομεύσουν την καρπική περίοδο. Η αντίσταση της σάρκας στην πίεση μειώνεται με την ωρίμανση του καρπού. Η συγκομιδή των καρπών που προορίζονται να καλύψουν μακρινές αποστάσεις συνιστάται να γίνεται όταν ο καρπός δίνει με το πιεσόμετρο τιμές από 4-5kg (Σφακιωτάκης, 1995). Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται εμπειρικά και όχι με τη χρήση των προαναφερθέντων επιστημονικών κριτηρίων, (όπως γίνεται σε άλλες χώρες). Το πρώτο χέρι συγκομίζεται όταν ωριμάσουν οι πρώτοι καρποί της κορυφής του δέντρου. Η συγκομιδή γίνεται σε 2-3 χέρια και μάλιστα στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης, γιατί αυτό επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα των καρπών. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι. Η

μηχανική συγκομιδή βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο. Αφού συγκομιστούν, μεταφέρονται σε ψυγεία – διαλογητήρια για συσκευασία και έπειτα προψύχονται και φορτώνονται σε βαγόνια ψυγεία (για εξαγωγή) ή σε φορτηγά ψυγεία (για την εσωτερική αγορά). Η φθαρτότητα του προϊόντος, η μεγάλη παραγωγή και η καλή ποιότητα που παράγεται στη χώρα μας οδήγησαν τους ροδακνοπαραγωγούς να οργανώσουν την εμπορία των ροδάκινων σε υψηλά επίπεδα (Βασιλακάκης και Θερίος, 1994).

Τα οργανικά οξέα είναι ενδιάμεσα προϊόντα του αναπνευστικού μεταβολισμού. Παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση των φρούτων αφού επηρεάζουν την οξύτητα και έμμεσα την αίσθηση της γλυκύτητας. Το μηλικό οξύ είναι το κυρίαρχο οξύ στα πυρηνόκαρπα. Το κιτρικό είναι το δεύτερο σημαντικό οξύ στα νεκταρίνια και στα ροδάκινα, ενώ στα δαμάσκηνα είτε το κιτρικό είτε το κινολονικό οξύ καταλαμβάνουν το δεύτερο σημαντικό ρόλο. Αυτά τα οξέα υπάρχουν είτε σαν οξέα είτε σαν άλατα των οξέων, όπως κιτρικό κάλιο. Τα δαμάσκηνα γενικά έχουν υψηλότερη οξύτητα από τα ροδάκινα και τα νεκταρίνια. Σε όλα τα πυρηνόκαρπα, αλλαγές κατά την ωρίμανση περιλαμβάνουν και τη μείωση της οξύτητας (Kader and Mitchell, 1989).

Σε ροδάκινα ποικιλίας Majestic μετρήθηκαν κατά την ωρίμανση τα μη πτητικά οξέα, τα σάκχαρα και οι αρωματικές πτητικές ενώσεις 54 έως 126 μέρες μετά την άνθηση (MMA) (Chapman et al, 1991). Τα κυριότερα σάκχαρα που εντοπίστηκαν ήταν η σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη και σορβιτόλη, ενώ τα σημαντικότερα οξέα ήταν το κιτρικό, μηλικό και κινολονικό. Τα ροδάκινα της ποικιλίας αυτής αρχίζουν να γίνονται υπερώριμα στις 117 MMA. Όταν ο καρπός ήταν ακόμα άωρος (54 MMA) τα κυρίαρχα σάκχαρα αποτελούσαν η γλυκόζη (16% του ξηρού βάρους του καρπού) και η φρουκτόζη (11% του Ξ.Β), ενώ η σακχαρόζη αποτελούσε μόνο το 7% του Ξ.Β και η σορβιτόλη μόλις το 3% αυτού (Chapman et al, 1991). Από τις 54 ως τις 95 MMA, η γλυκόζη και η φρουκτόζη μειώθηκαν σταθερά, ενώ τα επίπεδα της σορβιτόλης αυξήθηκαν ελαφρώς. Από τις 95 MMA ως το τέλος της ωρίμανσης, γλυκόζη, φρουκτόζη και σορβιτόλη μειώθηκαν ελαφρώς για να φτάσουν στις 126 MMA σε ποσοστό 6% του Ξ.Β η κάθε μία. Η σακχαρόζη, ενώ στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του καρπού βρισκόταν σε χαμηλά επίπεδα, από τις 54 ως τις 68 MMA άρχισε να αυξάνεται γρήγορα και στη συνέχεια, ως τις 97 MMA, αυξάνονταν με σταθερό ρυθμό. Η πιο γρήγορη αύξηση της

σακχαρόζης συνέβηκε μεταξύ 97 και 113 MMA, τότε δηλαδή που το φρούτο συγκομίζεται ή είναι έτοιμο για κατανάλωση και στις 117 ως τις 126 MMA, τότε δηλαδή που το φρούτο είναι υπερώριμο, το ποσοστό της σακχαρόζης έφτασε το 57-60% του Ξ.Β του καρπού. Όσον αφορά τα οξέα, πριν την ωρίμανση του καρπού (68-89 MMA), τα κυρίαρχα οξέα αποτελούσαν το μηλικό και το κινολονικό, με το κινολονικό να γίνεται μέγιστο (6.7% του Ξ.Β) και ταυτόχρονα το κυρίαρχο οξύ στις 75 MMA. Από τις 96 ως τις 106 MMA, το κιτρικό έγινε το κυρίαρχο οξύ, αλλά στη συνέχεια μειώθηκε γρήγορα και στα τελικά στάδια ωρίμανσης (109 ως 126 MMA), κυρίαρχο οξύ έγινε το μηλικό και η συγκέντρωσή του συνέχισε να αυξάνεται μέχρι το τέλος. Στις 110 MMA, τότε δηλαδή που ο καρπός είναι κατάλληλος για κατανάλωση, οι συγκεντρώσεις του μηλικού, κιτρικού και κινολονικού οξέος έφτασαν το 4.6%, 3,5% και 1,4% αντίστοιχα του Ξ.Β του καρπού και η αναλογία μηλικού προς κιτρικό ήταν περίπου 1,3. Όμως, τα υψηλότερα επίπεδα σακχαρόζης και ικανοποιητική αναλογία μηλικού προς κιτρικού οξέος βρέθηκαν όταν η ξηρά ουσία του μεσοκαρπίου και ο σπόρος έφτασαν το μέγιστο βάρος τους (υπερώριμος καρπός). Επίσης, πολλές αρωματικές πτητικές ουσίες αυξήθηκαν σημαντικά κατά τα τελικά στάδια ωρίμανσης (126 MMA) (Chapman et al, 1991). Επειδή όμως φρούτα σε τέτοιο βαθμό ωρίμανσης είναι πάρα πολύ ευαίσθητα σε οποιαδήποτε μεταχείριση και γενικότερα στην εμπορία, οι μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο προσεκτικές και σύντομες (Bonghi et al, 1999).

Κατά τη συντήρηση των πυρηνόκαρπων σε κοινή ψύξη σε θερμοκρασίες <8-10°C (και διάρκεια άνω των 1-2 εβδομάδων) εμφανίζονται συμπτώματα chilling ή εσωτερικής κατάρρευσης, όπως κηλίδωση στο φλοιό, μαύρες κοιλότητες εξωτερικά, υάλωση ή ημιδιαφανής σάρκα, συσώρευση κόκκινης χρωστικής στη σάρκα, εσωτερικός αποχρωματισμός (καφέτισμα της σάρκας), μη κανονική ωρίμανση, απώλεια γεύσης και αυξημένη ευαισθησία στη σήψη. Η εμφάνιση συμπτωμάτων σχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία συντήρησης ώστε στους 5°C συμπτώματα να εμφανίζονται και σε 2 εβδομάδες ενώ στους 0°C συμπτώματα παρουσιάζονται μετά από 4 εβδομάδες (Mangrich and Saltveit, 2000). Για τα ροδάκινα και νεκταρίνια ισχύει γενικά ότι οι πρώιμες ποικιλίες είναι οι λιγότερο ευαίσθητες και οι όψιμες είναι οι πιο ευαίσθητες στην ανάπτυξη του chilling (Mitchell and Kader,

1989). Σε κυτταρικό επίπεδο αναφέρονται τα εξής συμπτώματα: μείωση έως και παύση της ροής του κυτοπλάσματος, απώλεια ρευστότητας των μεμβρανών (θεωρείται η σημαντικότερη ζημιά από το chilling), αλλαγές σε ενζυματικές δραστηριότητες, συσώρευση υποστρωμάτων-ενώσεων και άλλες μεταβολικές αλλαγές (Mangrich and Saltveit, 2000). Η απώλεια ρευστότητας της μεμβράνης (και επομένως η αύξηση της διαρροής ηλεκτρολυτών) είναι το αρχικό βήμα στην ανάπτυξη του chilling (Mangrich and Saltveit, 2000). Η ζημιά από chilling είναι μεγαλύτερη (εμφανίζεται συντομότερα) σε θερμοκρασίες 2,2 έως 5°C και μικρότερη σε θερμοκρασίες κοντά στο 0 (Luza et al, 1992). Τα συμπτώματα αυτά μπορεί να εμφανιστούν σε 1-6 εβδομάδες και πολύ συχνά λόγω των ίδιων χαμηλών θερμοκρασιών που προκαλούν τη φυσιολογική δυσλειτουργία, να εμφανίζονται καθυστερημένα μετά τη μεταφορά των προϊόντων σε θερμοκρασία δωματίου (Luza et al, 1992). Κύρια ορατά συμπτώματα λόγω εσωτερικής κατάρρευσης στα ροδάκινα και νεκταρίνια είναι το καφέτιασμα της σάρκας και η δέσμευση κυτταρικού νερού από της ημιδιαλυτές πηκτίνες του κυτταρικού τοιχώματος με τη δημιουργία πηκτής (wooliness, mealiness).

Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν το βαθμό του ενζυματικού καφετιάσματος σε φρούτα και λαχανικά είναι η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στον ιστό, η δραστηριότητα της πολυφαινολοξειδάσης (PPO), το pH του ιστού, η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα του O₂ (Loaiza-Velarde and Saltveit, 2001). Οι κύριες πολυφαινόλες ή τανίνες στα πυρηνόκαρπα είναι το καφεϊκό οξύ, το χλωρογενικό οξύ, οι λευκοανθοκυάνες, κατεχίνες και φλαβονόλες. Οι τανίνες σχετίζονται με τη στυφότητα στα φρούτα. Η απώλεια στυφότητας καθώς προχωρά η ωρίμανση συμβαίνει εξαιτίας της δέσμευσης τανινών, αλλαγών στα μοριακά τους μεγέθη και αλλαγών στα μοντέλα υδροξυλίωσης. Τραυματισμοί από χτυπήματα ή κοψίματα στα φρούτα συντελούν στην εμφάνιση καφετιάσματος. Αυτό προκαλείται από την οξειδωση των φαινολικών ενώσεων σε κινόνες, με τη βοήθεια του ενζύμου πολυφαινολοξειδάση (PPO). Τα καφέτιασμα εξαρτάται από το ποσό των τανινών και τη δραστηριότητα της πολυφαινολοξειδάσης (Kader and Mitchell, 1989). Όλες οι PPOs που ανακαλύφθηκαν έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν τις ο-διυδροξυφαινόλες σε βενζοκινόνες χρησιμοποιώντας O₂ σαν 2^ο υπόστρωμα (Loaiza-Velarde and Saltveit, 2001).

Η παρουσία μεγάλου φάσματος ο-διυδροξυφαινολών στον ιστό σχετίζεται με υψηλό δυναμικό για καφέτiasμα. Οι κινόνες συμπυκνώνονται και αντιδρούν μη ενζυματικά με άλλες φαινολικές ενώσεις, αμινοξέα κ.α. συστατικά για να παράγουν χρωστικές ακαθόριστης δομής. Σε ιστούς φύλλων μαρουλιού η ένταση καφετιάσματος έχει συσχετισθεί με μια αύξηση του μεταβολισμού των φαινυλοπροπανοειδών και μια μείωση στην τελική οπτική ποιότητα. Το καφέτiasμα αφορά ένα περίπλοκο σύμπλεγμα από μεταβολικές αντιδράσεις. Η αμμωνιολυάση της φαινυλαλανίνης (PAL) είναι το πρώτο δεσμευμένο ένζυμο στο μεταβολισμό των φαινυλοπροπανοειδών και ρυθμίζει τη συνολική ταχύτητα της διαδικασίας (Loaiza-Velarde and Saltveit, 2001). Η δραστηριότητα της PAL αυξάνεται από ένα πλήθος βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων. Οι Cheng and Crisosto (1995) μελέτησαν τη σχέση φαινολικών ενώσεων και δραστηριότητας της PPO με το δυναμικό καφετιάσματος σε ρυθμιστικά διαλύματα εκχυλισμάτων φλοιού ροδάκινων και νεκταρινιών. Βρέθηκε ότι τα συνολικά διαλυτά φαινολικά, η συνολική ανθοκυάνη και η περιεκτικότητα σε γλουταθειόνη δεν συσχετίζονταν σημαντικά με το δυναμικό καφετιάσματος. Μόνο το χλωρογενικό οξύ είχε σημαντική θετική συσχέτιση και η επικατεχίνη αρνητική με το δυναμικό καφετιάσματος, ενώ η δραστηριότητα της PPO δεν συσχετίστηκε σημαντικά με αυτό.

Η δερματώδης υφή της σάρκας ως σύμπτωμα της εσωτερικής κατάρρευσης, συνδέεται με μια επαγωγική ανωμαλία από το chilling, την ενζυματική υδρόλυση της πηκτίνης, που οδηγεί στη συσσώρευση ημιδιαλυτών, χαμηλών σε μεθύλια, πηκτικών ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους που έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν πηκτή δεσμεύοντας το ελεύθερο νερό και κυτταρικά υγρά στους μεσοκυττάριους χώρους. Επομένως η δέσμευση του νερού εξ' αιτίας του σχηματισμού πηκτής έχει σαν αποτέλεσμα στεγνό, δερματώδες (mealy) μεσοκάρπιο στα πυρηνόκαρπα. Αλλαγές στη δραστικότητα της πηκτινομεθυλεστεράσης και της πολυγαλακτουρονάσης, δυο σημαντικών για την ωρίμανση ενζύμων, έχουν συνδεθεί με ατελή διαλυτοποίηση της πηκτίνης και την ανάπτυξη του mealiness (Luza et al, 1992). Η αλλαγή στις σχετικές δραστικότητες των δυο αυτών ενζύμων πιστεύεται ότι οδηγεί στο σχηματισμό των πηκτικών ενώσεων που έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν πηκτή και στην τάση του φρούτου

να γίνεται δερματώδες. Η διαλυτοποίηση της πηκτίνης είναι βασική για την ωρίμανση του φρούτου (Fischer and Bennett, 1991).

Διάφορες μέθοδοι έχουν βρεθεί για να εμποδίσουν ή καλύτερα να καθυστερήσουν την εμφάνιση chilling στα οπωροκηπευτικά (Mangrich and Saltveit, 2000), όπως χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, διάφορες προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις, έκθεση σε ποικίλα επίπεδα θερμοκρασίας και συνδυασμούς, εφαρμογή ειδικών χημικών σκευασμάτων πριν το chilling, ενδιάμεση θέρμανση, χρήση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης, αυξημένη συγκέντρωση CO₂ ή / και συντήρηση σε χαμηλή συγκέντρωση O₂, μεταχειρίσεις με ζεστό αέρα ή ζεστό νερό, καθυστερημένη ψύξη, πιο όψιμη συγκομιδή, συντήρηση σε πολύ υψηλή σχετική υγρασία, άμεση κατανάλωση. Βέβαια, από τις ανωτέρω μεταχειρίσεις, επιπλέον προβλήματα μπορεί να εμφανιστούν όπως μαλάκωμα, σήψεις, απώλεια γεύσης. Ακολουθεί μια ανασκόπηση των διαφόρων μεθόδων που έχουν δοκιμαστεί ή δοκιμάζονται με σκοπό να καθυστερήσει η εμφάνιση συμπτωμάτων chilling και ειδικά αυτών της εσωτερικής κατάρρευσης σε ροδάκινα και νεκταρίνια, αλλά και να καθυστερήσει η απώλεια συνεκτικότητας σάρκας και οι σήψεις των καρπών.

Ο πιο ικανοποιητικός τρόπος να ξεπεραστεί η ευαισθησία των ροδάκινων και νεκταρινιών στην εσωτερική κατάρρευση θα ήταν η εισαγωγή νέων, λιγότερο ευαίσθητων ποικιλιών. Οι Mitchell et al (1977) εξέτασαν τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά 28 ποικιλιών νεκταρινιών, 28 ροδάκινων και 22 δαμάσκηνων, οι οποίες αποθηκεύτηκαν στους 5°C για 3 εβδομάδες και στη συνέχεια στους 20°C για 3 μέρες. Παρατηρήθηκαν πολύ σημαντικές διαφορές στην ευαισθησία των ποικιλιών στην εσωτερική κατάρρευση. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ευαισθησία στο chilling και η έκφραση συμπτωμάτων εσωτερικής κατάρρευσης ελέγχονται γενετικά. Μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας στο chilling σε πολύ ευαίσθητες ποικιλίες ή επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στην εσωτερική κατάρρευση, θα εξάλειφαν την ανάγκη για το επιπλέον κόστος των διάφορων μετασυλλεκτικών χειρισμών. Οι Kader and Ramming (1988) ανακάλυψαν κάποιους γενότυπους νεκταρινιών που ωριμάζουν μετά την ποικιλία Red Haven, οι οποίοι μετά από μακρά συντήρηση (για > 4 εβδομάδες) εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα εσωτερικής κατάρρευσης.

Πολύ λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σχετικά με την επίδραση καλλιεργητικών τεχνικών στην ένταση της εσωτερικής κατάρρευσης. Οι Mitchell et al (1977) βρήκαν ότι ροδάκινα Fay Elberta που αναπτύχθηκαν με υψηλή αζωτούχο λίπανση ήταν πιο ευαίσθητα στην εσωτερική κατάρρευση από αυτά που αναπτύχθηκαν με φυσιολογικά επίπεδα αζώτου. Σ' ένα τριετές πείραμα σε νεκταρίνια Fantasia, οι διάφορες αζωτούχες λιπάνσεις δεν επηρέασαν την ποιότητα που μετρήθηκε στη συγκομιδή και μετά από διάφορες περιόδους αποθήκευσης για φρούτα του ίδιου σταδίου ωριμότητας, όσον αφορά τη σκληρότητα σάρκας. Η αζωτούχος λίπανση που κυμάνθηκε από 0 έως $364\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ δεν επηρέασε το βαθμό ωρίμανσης του φρούτου ούτε την ευαισθησία του σε φυσιολογικές ανωμαλίες. Οι μεταχειρίσεις αζώτου που είχαν σαν αποτέλεσμα να κυμανθεί η συγκέντρωση N στα φύλλα από 2,6% ως 3,6% δεν επηρέασαν την εμφάνιση της εσωτερικής κατάρρευσης κατά τη διάρκεια των 6 εβδομάδων αποθήκευσης στους 0 ή 5°C (Crisosto et al, 1997β).

Τρία διαφορετικά εμπορικά διαφυλλικά σκευάσματα Ca (sprays) που ψεκάστηκαν προσυλλεκτικά σε ροδάκινα και νεκταρίνια ποικιλιών μέσης και όψιμης ωρίμανσης δεν είχαν καμιά επίδραση στα ΔΣΣ, σκληρότητα σάρκας, εμφάνιση σήψεων και συγκέντρωση Ca της σάρκας. Όταν εφαρμόστηκαν διαλύματα CaCl_2 με διεύδυση υπό κενό σε ώριμα ροδάκινα μετασυλλεκτικά, αυξήθηκε η συγκέντρωση Ca της σάρκας η οποία και διατήρησε υψηλότερη σκληρότητα κατά την ψυχοσυντήρηση. Τα επίπεδα σήψης όμως δεν μειώθηκαν. Άλλα πιθανά οφέλη αναιρέθηκαν από ζημιές στο φλοιό. Τέτοια ψεκαστικά υγρά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή γιατί περιέχουν βαριά μέταλλα και μπορεί να προκαλέσουν αποχρωματισμό του φλοιού των ροδάκινων και των νεκταρινιών (Crisosto et al, 1997β).

Παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής και του μεγέθους του φρούτου, αύξηση των ΔΣΣ και μεγάλη ένταση εσωτερικής κατάρρευσης σε ροδάκινα από δέντρα που στερήθηκαν άρδευση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε αβαθή εδάφη (Crisosto et al, 1997β).

Χαραγή 4-6 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή αύξησε το μέγεθος καρπού ροδάκινων και νεκταρινιών, ευνόησε και συγχρόνισε την ωρίμανση. Σε μερικές περιπτώσεις η χαραγή αύξησε τα ΔΣΣ, αλλά αύξησε και την οξύτητα έτσι η γεύση που έδιναν τα επιπρόσθετα σάκχαρα επικαλύφτηκε. Η χαραγή μπορεί

να είναι υπεύθυνη για το σχίσσιμο του πυρήνα, ειδικά όταν γίνεται πολύ νωρίς κατά τη σκλήρυνση του πυρήνα. Τέτοιοι καρποί μαλακώνουν πιο γρήγορα και επομένως διατηρούνται για μικρότερο χρονικό διάστημα (Crisosto et al, 1997β).

Το φορτίο παραγωγής σε ροδάκινα Ο' Henry επηρέασε την ένταση της εσωτερικής κατάρρευσης που μετρήθηκε 1, 2 και 3 εβδομάδες μετά την αποθήκευση στους 5C. Παρά το μεγάλο ποσό καρπών με δερματώδη υφή για όλες τις περπτώσεις, η συνολική εμφάνιση του mealiness και του καφετιάσματος της σάρκας ήταν μικρή για την καλλιέργεια με το μεγάλο φορτίο παραγωγής, μέση για την αντίστοιχη με κανονικό φορτίο και υψηλότερη για αυτή με το μικρό φορτίο. Το κοκκίνισμα της σάρκας (bleeding) δεν επηρεάστηκε από το μέγεθος του φορτίου. Τέλος, οι καρποί που αναπτύχθηκαν στα πιο σκιασμένα μέρη της κόμης των δέντρων παρουσίασαν μεγαλύτερη εμφάνιση εσωτερικής κατάρρευσης από τους καρπούς που βρίσκονταν στο εξωτερικό μέρος της κόμης που φωτίζεται πολύ. Έτσι, τα φρούτα από την εξωτερική πλευρά της κόμης του δέντρου έχουν δυνατότητα για μακρύτερη μετασυλλεκτική ζωή, ειδικά οι ποικιλίες που είναι ευαίσθητες στην εσωτερική κατάρρευση (Crisosto et al, 1997β).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διάφορες μεταχειρίσεις φρούτων με θερμό αέρα, ατμό ή θερμό νερό (Lurie, 1998). Η θέρμανση με ατμό χρησιμοποιήθηκε ειδικά για έλεγχο των εντόμων. Είναι μια μέθοδος θέρμανσης των φρούτων με αέρα κορεσμένο με υδρατμούς σε θερμοκρασίες 40-50°C, που χρησιμοποιείται για να σκοτώσει αυγά εντόμων και νύμφες, σαν μέθοδος απολύμανσης-καραντίνας πριν την εμπορία φρέσκων φρούτων σε κάποιες περιοχές του κόσμου. Ο θερμός αέρας έχει χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο μυκήτων και εντόμων, αλλά και για να μελετηθεί η φυσιολογική ανταπόκριση διάφορων καρπών οπωροκηπευτικών σε υψηλές θερμοκρασίες. Για την επίτευξη αυτών των σκοπών, τα φρούτα ή τα λαχανικά τοποθετούνται σε έναν θερμαινόμενο θάλαμο με ανεμιστήρα, ή γίνεται εφαρμογή θερμού αέρα με βεβιασμένη κίνησή και η ταχύτητα κυκλοφορίας του ελέγχεται με ακρίβεια. Αποτελεί καλύτερη μέθοδο σε σχέση με τον θερμό ατμό, όσον αφορά την καταπολέμηση των εντόμων, γιατί η υψηλή υγρασία του θερμού ατμού μπορεί μερικές φορές να βλάψει τα φρούτα, ενώ η πιο αργή περίοδος θέρμανσης και η χαμηλότερη υγρασία του πεπιεσμένου θερμού αέρα μπορεί

να προκαλέσει λιγότερη ζημιά. Όσον αφορά την καταπολέμηση των μυκήτων, οι μεταχειρίσεις θέρμανσης με θερμό αέρα είναι μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας, από 12 ως 96 ώρες, σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 38 ως 46°C και είναι κάπως απίθανο να αποτελέσουν ελκυστικές μεθόδους για εμπορική χρήση. Ο θερμός αέρας, υπό πίεση ή όχι, θερμαίνει πιο αργά από ότι η εμβάπτιση σε θερμό νερό ή οι υπό πίεση θερμοί υδρατμοί, αν και ο υπό πίεση θερμός αέρας θερμαίνει τα προϊόντα πιο γρήγορα από ότι ένας κανονικός θερμανόμενος θάλαμος. Εμβάπτιση σε θερμό νερό είναι αποτελεσματική για τον έλεγχο μυκητολογικών παθογόνων, επειδή τα σπόρια των μυκήτων και οι λανθάνουσες μολύνσεις βρίσκονται είτε στην επιφάνεια είτε στα πρώτα λίγα κυτταρικά στρώματα κάτω από την επιδερμίδα των φρούτων και των λαχανικών. Οι εμβαπτίσεις σε θερμό νερό που εφαρμόζονται μετασυσλεκτικά με σκοπό να ελέγξουν τη σήψη, συχνά εφαρμόζονται για λίγα μόνο λεπτά σε θερμοκρασίες υψηλότερες από αυτές που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των εντόμων στο εσωτερικό των προϊόντων, αφού μόνο η επιφάνεια του προϊόντος απαιτεί θέρμανση. Η μυκητοκτόνος αποτελεσματικότητα αυξάνεται εφαρμόζοντας κάποιο μυκητοκτόνο σε μικρή δόση στο θερμό υδατόλουτρο, επιτρέποντας έτσι πιο αποτελεσματικό μυκητολογικό έλεγχο με σύγχρονη μείωση της χρήσης χημικών σκευασμάτων. Πολλά φρούτα και λαχανικά αντέχουν σε θερμοκρασίες νερού 50-60°C για περισσότερο από 10 λεπτά, αλλά εκθέσεις μικρότερης διάρκειας σε αυτές τις θερμοκρασίες μπορούν και πάλι να ελέγξουν πολλά παθογόνα μετασυσλεκτικά. Η εμβάπτιση σε θερμό νερό χρησιμοποιείται και για απολύμανση από έντομα, καθώς το θερμό νερό είναι πιο αποτελεσματικό μέσο μεταφοράς θερμότητας από τον θερμό αέρα. Η διάρκεια εμβάπτισης που απαιτείται είναι 1 ώρα ή λίγο περισσότερο, σε θερμοκρασίες κάτω από 50°C (Lurie, 1998).

Ο αντίκτυπος της θερμικής καταπόνησης στην ποιότητα των φρούτων ποικίλει ανάλογα με το είδος, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια της θέρμανσης. Η περιεκτικότητα σε ελεύθερο χυμό (το αντίθετο του mealiness) στα ροδάκινα βρέθηκε να είναι μικρότερη καθώς η διάρκεια της θερμικής μεταχείρισης αυξανόταν από 24 σε 48 ώρες στους 41-46°C. Η αναλογία σακχάρων προς οξέα συχνά χρησιμοποιείται σαν μέτρο για τον καθορισμό της επίδρασης της θερμικής καταπόνησης στην ποιότητα. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (38°C

θερμ. χώρου για 4 μέρες), τα μήλα είχαν υψηλότερη αναλογία αμέσως μετά τη θέρμανση, εξαιτίας του μειωμένου επιπέδου οξέων. Η ογκομετρούμενη οξύτητα ήταν επίσης μειωμένη σε νεκταρίνια που δέχτηκαν θερμική μεταχείριση στους 41-46°C για 24-48 ώρες. Παρόμοια μείωση παρατηρήθηκε και στην οξύτητα σε φράουλες. Γενικά όμως, δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της θερμικής καταπόνησης στα διαλυτά στερεά. Θερμική μεταχείριση, είτε με νερό είτε με θερμό αέρα (38-48°C για 1 ώρα έως 3 μέρες) δεν βρέθηκε να έχει επίδραση στα διαλυτά στερεά ή στην οξύτητα καρπών τομάτας (Paull and Chen, 2000). Δαμάσκηνα, αβοκάντος και τομάτες είχαν πιο αργό ρυθμό μαλακώματος σάρκας όταν διατηρήθηκαν συνεχόμενα σε θερμοκρασίες μεταξύ 30 και 40°C από ότι στους 20°C. Ο βαθμός μαλακώματος της σάρκας αυξήθηκε όταν τα φρούτα επέστρεψαν στη θερμοκρασία των 20°C, αλλά η σκληρότητα σάρκας ήταν για αρκετό χρονικό διάστημα υψηλότερη από αυτή των φρούτων που δεν υπέστησαν θερμική καταπόνηση (Lurie, 1998). Όσον αφορά την ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα στη σάρκα των φρούτων, γενικά παρατηρείται μια αύξησή της μετά από θερμική μεταχείριση. Η διαρροή ηλεκτρολυτών ήταν 50% μεγαλύτερη σε δίσκους σάρκας μήλων, που απομονώθηκαν μετά από διατήρηση στους 38°C για 2 μέρες. Επίσης, η περιεκτικότητα λιπιδίων βρέθηκε μεγαλύτερη σε μήλα που υπέστησαν θερμική καταπόνηση, τα λιπίδια ήταν πιο κορεσμένα και το ιξώδες των μεμβρανών καθώς και οι στερόλες βρέθηκαν αυξημένα (Paull and Chen, 2000).

Οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί με θερμό νερό ή αέρα οδηγούν σε μια τροποποίηση της εκδήλωσης των γονιδίων και έτσι η ωρίμανση των φρούτων μπορεί μερικές φορές να καθυστερήσει ή να τροποποιηθεί. Το μέγεθος του επηρεασμού της ωρίμανσης των φρούτων είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας στην οποία τα φρούτα εκτίθενται και της διάρκειας έκθεσής τους σε αυτή και κατά πόσο γρήγορα ψύχεται το προϊόν μετά από τη θερμική μεταχείριση. Οι διεργασίες της ωρίμανσης που επηρεάζονται συνήθως από τις διάφορες θερμικές μεταχειρίσεις είναι το μαλάκωμα των φρούτων, αλλαγές στις μεμβράνες και στη γεύση, ο ρυθμός αναπνοής, η παραγωγή αιθυλενίου και η παραγωγή πτητικών ουσιών. Τα ένζυμα αποικοδόμησης του κυτταρικού τοιχώματος και η παραγωγή αιθυλενίου συχνά είναι αυτά που μπλοκάρονται περισσότερο και μερικές φορές δεν παράγονται ή η εμφάνισή τους καθυστερεί μετά τη θέρμανση. Άλλες διαδικασίες που σχετίζονται με την ωρίμανση δεν

μεταβάλλονται στον ίδιο βαθμό ή γρήγορα επανέρχονται στη φυσιολογική κατάσταση. Η ευαισθησία των φρούτων στις διάφορες θερμικές μεταχειρίσεις μπορεί να τροποποιηθεί από τις προσυλλεκτικές καιρικές συνθήκες, την ποικιλία, τον βαθμό θέρμανσης και τις μετέπειτα συνθήκες συντήρησης. Ο βαθμός επηρεασμού της θέρμανσης στη μετασυλλεκτική ωρίμανση του φρούτου εξαρτάται από το επίπεδο θερμοανθεκτικότητας που απέκτησε το φρούτο στο χωράφι, την ποικιλία, το μέγεθος του φρούτου και τα διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά του, το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή, τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ συγκομιδής και διατήρησης μετασυλλεκτικά, την τελική θερμοκρασία και τη διάρκεια έκθεσης στις διάφορες θερμοκρασίες. Το μέγεθος, σχήμα και μορφολογία του φρούτου παίζουν σημαντικό ρόλο γιατί επηρεάζουν την ομοιομορφία θέρμανσης των ιστών, η οποία σχετίζεται με το ρυθμό της θερμικής μεταφοράς, που στους φυτικούς ιστούς είναι χαμηλή, παρόμοια με αυτή του νερού. Για τα μήλα η θερμική αγωγιμότητα είναι μικρότερη από $0,5 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$, η οποία όπως και για άλλα φρούτα είναι μικρότερη από αυτή του νερού $0,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ (Paull and Chen, 2000).

Ο βαθμός ευαισθησίας ή ανθεκτικότητας ενός νωπού προϊόντος στη θερμική καταπόνηση σχετίζεται με το επίπεδο θερμοπροστατευτικών πρωτεϊνών κατά τη συγκομιδή και την παραγωγή πρωτεϊνών θερμικού σοκ (heat shock proteins, HSP) μετασυλλεκτικά. Παρατηρήθηκαν 2 ειδών αντιδράσεις στο θερμικό σοκ. Η πρώτη είναι μια κανονική κυτταρική αντίδραση ($\theta^{\circ} < 42^{\circ}\text{C}$) που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ευαισθησία στο chilling, καθυστερημένη ή αργή ωρίμανση και σε μια τροποποίηση της ποιότητας, ενώ δεν παρατηρούνται κυτταρολογικές αλλαγές. Έκθεση σε $\theta^{\circ} < 40-42^{\circ}\text{C}$ συχνά αυξάνει τη διάρκεια συντήρησης και βελτιώνει τη γεύση πολλών φρούτων. Η δεύτερη αντίδραση συμβαίνει κοντά στην οριακή για ζημιά θερμοκρασία των 45°C και επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν πριν τη θερμική καταπόνηση, την κυτταρική αντίδραση στην καταπόνηση και την κυτταρική ικανότητα να ξεπεράσει την καταπόνηση. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες ($> 45^{\circ}\text{C}$) είναι εγκαύματα στον φλοιό, αποτυχία του φρούτου να ωριμάσει πλήρως και μαλάκωμα σε μειωμένο βαθμό. Οι κυτταρολογικές αλλαγές που συμβαίνουν περιλαμβάνουν πήξη κυτοπλάσματος, κυττόλυση, αλλαγές στον

πυρήνα και στη διαδικασία της μίτωσης, αύξηση του ιξώδους του πρωτοπλάσματος και απώλεια στην περατότητα των μεμβρανών (Paull and Chen, 2000).

Υπάρχουν πολλές υποθέσεις που εξηγούν τη ζημιά από το θερμικό σοκ. Οι πιο πολλές σχετίζονται με μετουσίωση των πρωτεϊνών, διακοπή της πρωτεϊνικής σύνθεσης και απώλεια ακεραιότητας μεμβρανών. Η μετουσίωση πρωτεϊνών σε θανατηφόρες θερμοκρασίες θεωρείται μη αναστρέψιμη ενώ χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσουν σε αναστρέψιμη αδρανοποίησή τους. Απώλεια της ακεραιότητας των μεμβρανών φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα και όχι η αιτία της ζημιάς. Η εστία της βλάβης δεν είναι ακόμη γνωστή και θα μπορούσε να συνδεθεί με τη μεταγραφή, τη μετάφραση του RNA και την ικανότητα του κυττάρου για «ανάρρωση» μετά από μια υπέρβαση της οριακής θερμοκρασίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά (Paull and Chen, 2000).

Κατά τη διάρκεια μεταχειρίσεων με υψηλές θερμοκρασίες, τα mRNA των γονιδίων των φρούτων, που είναι υπεύθυνα για την ωρίμανση, εξαφανίζονται και συσσωρεύονται αυτά των HSP. Οι HSP πιστεύεται ότι εμποδίζουν τη μη αναστρέψιμη μετουσίωση των πρωτεϊνών η οποία είναι καταστροφική για τα κύτταρα (Paull and Chen, 2000). Η σύνθεση των HSP είναι μέρος της αντίδρασης όλων των οργανισμών σε ένα θερμικό σοκ, από τους ανθρώπους ως τα βακτήρια. Η ανάπτυξη της θερμοανθεκτικότητας έχει συνδεθεί με τη σύνθεση των HSP και η απώλειά της με την εξαφάνιση των HSP. Επιπλέον, η ανάπτυξη της θερμοανθεκτικότητας εξαρτάται και από την πρωτεϊνική σύνθεση. Σε δίσκους πιπεριάς στους οποίους εφαρμόστηκε παρεμποδιστής της πρωτεϊνικής σύνθεσης, πριν τη θερμική μεταχείριση, δεν αναπτύχθηκε θερμοανθεκτικότητα. Η ανάπτυξη θερμοανθεκτικότητας εξαρτάται από την θερμοκρασία έκθεσης, η οποία πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να δίνει έναυσμα για τη σύνθεση των HSP, αλλά όχι τόσο μεγάλη ώστε να μην παρεμποδίζονται η αντιγραφή και η μετάφραση. Θερμοκρασίες 35-40° C για 30 min έχουν βρεθεί να είναι αποτελεσματικές, ανάλογα βέβαια και με το προϊόν. Πάνω από τους 42°C η σύνθεση των HSP εξασθενεί και είναι πολύ πιθανόν τα προϊόντα να υποστούν ζημιά από τη ζέστη (Lurie, 1998).

Ο Saltveit (2000β) εξέθεσε ιστούς μαρουλιού σε θερμική καταπόνηση και τραυματισμό συγχρόνως και αυτοί ανταποκρίθηκαν στο θερμικό σοκ πιο γρήγορα από ότι στον τραυματισμό, παράγοντας HSP αντί για PAL. Στους 45°C για 90s το θερμικό σοκ εμπόδισε την αύξηση της PAL όταν εφαρμόστηκε 4 ώρες πριν ή 2 ώρες μετά τον τραυματισμό. Βέβαια, ο τραυματισμός ενεργοποιεί ταχύτατα τη σύνθεση πρωτεϊνών (ενζύμων του μεταβολισμού φαινολικών π.χ. PAL), με αποτέλεσμα να έχουμε συσσώρευση φαινολικών ενώσεων (χλωρογενικού οξέος), καφέτιασμα και μείωση της ζωής στο ράφι. Φαίνεται να υπάρχει ιεραρχία στη σειρά των αντιδράσεων των φυτών σε συγκεκριμένες αβιοτικές καταπονήσεις. Ορισμένες αντιδράσεις επιταχύνονται και προηγούνται από κάποιες άλλες. Έτσι όταν γίνεται κάποια μεταχείριση με υψηλές θερμοκρασίες στους καρπούς ο μεταβολισμός στρέφεται προς την παραγωγή HSP αντί για PAL, η οποία δημιουργείται αργότερα εξ' αιτίας του τραυματισμού. Ο προστατευτικός ρόλος του θερμικού σοκ εκφράζεται μέσω της διακοπής ή επιβράδυνσης της κανονικής μεταβολικής διεργασίας ή μέσω παρεμπόδισης της σύνθεσης ενζύμων σχετικών με βλαβερά μεταβολικά μονοπάτια και όχι τόσο μέσω της σύνθεσης HSP (Saltveit, 2000β). Επίσης ο ίδιος συγγραφέας αναφέρει ότι ένα σύντομο θερμικό σοκ 1 ώρα μετά την απομάκρυνση από τις θερμοκρασίες chilling σε σπορόφυτα ρυζιού, αγγουριού και σε καρπούς τομάτας μείωσε τα συμπτώματα αυτής της φυσιολογικής ζημιάς (Saltveit, 2000α).

Νεκταρίνια "Fantasia" που υπέστησαν μεταχείριση με θερμό πεπιεσμένο αέρα 41-46°C για 24, 36 και 48 ώρες, μετά από αποθήκευση στους 0°C για λιγότερο από 1 εβδομάδα και παραμονή τους για 1 μέρα στους 20°C, δεν έδειξαν σημαντική ζημιά (επιφανειακό έγκαυμα, εσωτερική κατάρρευση) σε σχέση με τα φρούτα που δεν υπέστησαν τη μεταχείριση με θερμό αέρα, ενώ τα νεκταρίνια που δεν έμειναν τη μέρα στους 20°C έδειξαν μικρή αύξηση της ζημιάς σε σχέση με τους μάρτυρες. Όσο υψηλότερη ήταν η θερμοκρασία μεταχείρισης με θερμό αέρα και όσο μεγαλύτερο το χρονικό διάστημα, τόσο μεγαλύτερες ήταν οι ζημιές. Η μεταχείριση αυτή (με θερμό αέρα) συνδέθηκε με μείωση παραγωγής αιθυλενίου και ογκομετρούμενης οξύτητας των φρούτων που αποθηκεύτηκαν στη συνέχεια (Lay-Yee and Rose, 1994). Θέρμανση με πεπιεσμένο αέρα στην επιφάνεια ροδάκινων και νεκταρινιών διάφορων ποικιλιών στους 47,2°C για 4 ώρες έδωσε καρπούς με

δερματώδη σάρκα γρηγορότερα και πιο εκτεταμένα από ότι στους καρπούς που δεν εφαρμόστηκε θέρμανση, όταν ακολούθησε αποθήκευση στους 5°C για 1-3 εβδομάδες. Θέρμανση για 24 ώρες στους 20°C σε εβδομαδιαία διαλείμματα κατά τη συντήρηση (intermittent warming) όπως ανωτέρω, ήταν λιγότερο αποτελεσματική στη μείωση των συμπτωμάτων στους καρπούς που υπέστησαν θέρμανση με θερμό αέρα από ότι στους καρπούς που δεν υπέστησαν τη μεταχείριση αυτή (Obenland and Carroll, 2000). Λωτοί δέχτηκαν θέρμανση με ξηρό αέρα 34-50°C για 0,5 ως 10 ώρες, ψύχθηκαν αμέσως και αποθηκεύτηκαν για 6,5 εβδομάδες στους 0°C. Μετρήσεις ποιότητας έγιναν μετά από παραμονή για 3 μέρες στους 20°C. Μεγάλη ζημιά από chilling παρατηρήθηκε στους καρπούς που δεν δέχτηκαν τη θέρμανση. Παρατηρήθηκε συγχρόνως μείωση της σκληρότητας σάρκας και της ύπαρξης χυμού σε αυτή, της οξύτητας και του χρώματος. Η σκλήρυνση της σάρκας (flesh gelling) και το chilling μειώθηκαν, καθώς η θερμοκρασία του θερμού αέρα αυξάνονταν βαθμιαία, ωστόσο το εξωτερικό και εσωτερικό καφέτιασμα αυξήθηκε με μεγαλύτερες θερμοκρασίες θερμού αέρα και μεγαλύτερης διάρκειας μεταχείριση (Woolf et al, 1997).

Οι Mitchell et al. (1974) αναφέρουν ότι περιοδική έκθεση των αποθηκευμένων στο κρύο φρούτων σε μια κλίμακα θερμοκρασιών 20-40°C καθυστερεί την εμφάνιση της εσωτερικής κατάρρευσης για ροδάκινα και νεκταρίνια. Ο Lill (1984) βρήκε ότι μια καλή εμπορική πρακτική αποτελεί η περιοδική θέρμανση στους 12°C μια φορά την εβδομάδα, η οποία θα ελάττωνε τα φυσικά προβλήματα της θέρμανσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες αλλά και της ψύξης των φρούτων μετά και θα μείωνε το μαλάκωμα των καρπών κατά τη συντήρηση.

Το θερμό νερό στη μετασυλλεκτική μεταχείριση αξιολογήθηκε σαν μέσο ελέγχου της σήψης κυρίως, έχει όμως δοκιμαστεί και σαν εντομοκτόνος μέθοδος (καραντίνας) για πολλά προϊόντα. Ενώ μερικά προϊόντα όπως το μάνγκο είναι ανθεκτικά στη μεταχείριση με θερμό νερό, κάποια άλλα όπως ροδάκινα και νεκταρίνια δείχνουν καφέτιασμα, έγκαυμα και κηλίδωση κατά τη μεταχείριση αυτή. Η σακχαρόζη σε ζεστό νερό 52°C για 10 min σε συγκέντρωση 0,5-1M μείωσε τον αποχρωματισμό ροδάκινων και νεκταρινιών, σταθεροποιώντας ίσως τις πρωτεΐνες ή καθυστερώντας την διύγρανση του φρούτου. Αρκετά νωρίς, ανακαλύφθηκε ότι και το NaCl όπως και άλλα άλατα

και σάκχαρα έχουν προστατευτικό ρόλο όπως η σακζαρόζη. Αυτό δείχνει ότι το όφελος από τις ουσίες αυτές δεν οφείλεται σε κάποια ειδική ιδιότητα της κάθε ένωσης, αλλά περισσότερο στη μείωση του οσμωτικού δυναμικού του νερού. Μια τέτοια μείωση θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της εισόδου του βλαβερού θερμού νερού στο φρούτο. Οι Obenland and Aung (1997) βρήκαν ότι NaCl σε συγκέντρωση 200 mM μείωσε το μέσο όρο ζημιάς που προκάλεσε η μεταχείριση με ζεστό νερό 50°C για 25min για την καταπολέμηση της μύγας (η οποία κατέστησε τα φρούτα όλων των ποικιλιών μη εμπορεύσιμα), αν και παρά τη μικρότερη τιμή ζημιάς τα προϊόντα ήταν πάλι μη εμπορεύσιμα. Στη λιγότερο βλαβερή θερμοκρασία των 46°C, η μικρή ζημιά που προκαλεί το θερμό νερό εξαλείφτηκε παρουσία NaCl. Η σκληρότητα σάρκας δεν άλλαξε παρουσία NaCl αλλά ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη σε φρούτα που δέχτηκαν τη μεταχείριση με θερμό νερό στους 50°C σε σχέση με αυτά στους 46°C. Το NaCl μείωσε τη ζημιά μειώνοντας αποτελεσματικά το ποσό του νερού που εισήλθε στο φρούτο.

Ο Woolf το 1997 θέρμανε αβοκάντο Hass σε νερό 38°C για 0-120min, τα αποθήκευσε στους 0,5°C για περισσότερες από 28 μέρες και αφού ωρίμασαν στους 20°C, εκτίμησε την ποιότητά τους. Σε φρούτα που δεν υπέστησαν μεταχείριση με θερμό νερό αναπτύχθηκε εξωτερικό chilling κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Το καφέτιασμα αναπτύχθηκε από τη βάση εσωτερικά του εξωκαρπίου και με μακρύτερη συντήρηση επεκτάθηκε ως την επιδερμίδα. Η άριστη διάρκεια παραμονής των φρούτων στο θερμό νερό, που εξαλείφει το εξωτερικό chilling και χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητα ήταν 60min. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των ιστών του φλοιού φρούτων που δέχτηκαν τη μεταχείριση με το θερμό νερό αυξήθηκε κατά 70% κατά την αποθήκευση, ενώ των καρπών που δεν δέχτηκαν τη μεταχείριση αυξήθηκε 480%. Αυτή η προστασία που δίνει η εμβάπτιση στο θερμό νερό αντανακλάται στη μορφολογία και φυσιολογία του φλοιού. Το αυξημένο καφέτιασμα στον ιστό του φλοιού συσχετίστηκε καλά ($R=0,8$) με την αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών που δεν δέχτηκαν τη μεταχείριση με το θερμό νερό. Κάτι παρόμοιο αναφέρουν και οι Pesis και οι συνεργάτες τους (1994) για το φλοιό αβοκάντο ποικιλίας Fuerte σε παρόμοιες συνθήκες αποθήκευσης. Έτσι αν και οι Fucks et al (1989) παρατήρησαν πολύ μικρή συσχέτιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του chilling του μεσοκαρπίου για

τα αβοκάντο Hass, η αγωγιμότητα του εξωκαρπίου φαίνεται να αντανakλά το μέγεθος του εξωτερικού chilling. Η αυξημένη αγωγιμότητα μπορεί να προκύπτει από την κατάρρευση της κυτταρικής διαμερισματοποίησης, έτσι ανακατεύονται υποστρώματα και ένζυμα που προκαλούν καφέτiasμα (PPO, POD) με συνέπεια το καφέτiasμα των ιστών.

Οι Nyanjage et al (1998) ανακάλυψαν ότι η εμβάπτιση καρπών μάνγκo σε νερό 36,5°C για 60min και στη συνέχεια στους 46,5°C για 43min με μία μέρα ενδιάμεσης θέρμανσης κατά τη διάρκεια της δεκαήμερης αποθήκευσης μείωσε σημαντικά την εμφάνιση και ένταση εσωτερικής και εξωτερικής κατάρρευσης και ασθενειών και την χειροτέρευση της γεύσης συγκριτικά με την εμβάπτιση των καρπών στους 46,5°C για 90min που παρείχε τις ίδιες θερμομονάδες με την πρώτη μεταχείριση. Η ποιότητα των φρούτων εξαρτήθηκε από συνδυασμούς χρόνου και θερμοκρασίας και όχι από τις συνολικές θερμομονάδες. Η ενδιάμεση θέρμανση ωφέλησε την ωρίμανση.

Ο Anderson (1982) αναφέρει ότι ροδάκινα και νεκταρίνια που εμβαπτίστηκαν σε benomyl σε κάθε μεταχείριση ενδιάμεσης θέρμανσης, δεν είχαν λιγότερη σήψη από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο πριν την αποθήκευση, αλλά είχαν καλύτερη εσωτερική εμφάνιση και περισσότερη οξύτητα. Οι Anderson and Penny (1975) σε πείραμά τους με ροδάκινα και νεκταρίνια που συντηρήθηκαν σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (CA) και δέχτηκαν κατά τη συντήρηση ενδιάμεση θέρμανση βρήκαν ότι η CA έδωσε καλύτερη εσωτερική εμφάνιση και σημαντικά υψηλότερη οξύτητα στα φρούτα. Ακόμη καλύτερη ήταν η εσωτερική εμφάνιση που έδωσε η ενδιάμεση θέρμανση, η οποία όμως έδειξε επιπλέον τάση αύξησης της οξύτητας. Η σήψη ελέγχθηκε μερικώς, αλλά δεν εξαλείφθηκε με benomyl. Σε όλες τις ποικιλίες δεν παρουσιάστηκε ζημιά στο φλοιό αν τα φρούτα δεν αποθηκεύτηκαν σε CA και δεν δέχτηκαν ενδιάμεση θέρμανση, όλα αυτά όμως τα φρούτα είχαν μουντή εμφάνιση λόγω εσωτερικής κατάρρευσης. Η ζημιά δεν εμφανίστηκε σε ροδάκινα που αποθηκεύτηκαν σε CA και δεν δέχτηκαν ενδιάμεση θέρμανση, αλλά εμφανίστηκε στα νεκταρίνια. Η αιτία της ζημιάς στο φλοιό δεν καθορίστηκε αλλά αφού δεν εμφανίστηκε σε ροδάκινα που δεν θερμάνθηκαν ενδιάμεσα και που αποθηκεύτηκαν σε CA ή όχι, μπορεί να οφείλεται σε υπερβολικό μετασυλλεκτικό χειρισμό και συμπύκνωση υγρασίας που συνέβηκε όταν αυτά θερμάνθηκαν και επαναψύχθηκαν. Η βαθμιαία θέρμανση

και συντομότερες και λιγότερες μεταχειρίσεις μπορεί να βοηθούσαν να λυθεί το πρόβλημα. Αν ο έλεγχος της σήψης και της ζημιάς του φλοιού βελτιωθεί, τότε η συντήρηση σε CA με ενδιάμεση θέρμανση θα ήταν καλύτερη για ροδάκινα και νεκταρίνια από ότι η συντήρηση στους 0°C συνεχώς σε CA ή αέρα.

Συντήρηση ροδάκινων και νεκταρινιών στους 0°C επιμήκυνε σημαντικά τη μετασυλλεκτική ζωή των ροδάκινων σε σχέση με τη συντήρηση στους 5°C, λόγω καθυστέρησης στην ανάπτυξη συμπτωμάτων εσωτερικής κατάρρευσης. Διατήρηση στους 20°C για 2 μέρες πριν τη συντήρηση στους 0 ή 5°C, γενικά επιμήκυνε τη ζωή αυτών των ποικιλιών, ενώ διατήρηση στους 30°C ήταν λιγότερο αποτελεσματική (Nanos and Mitchell, 1991).

Η καθυστερημένη συντήρηση ή η πιο όψιμη συγκομιδή μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας των φρούτων κατά την αποθήκευση. Λιγότερο ώριμα ροδάκινα και νεκταρίνια ήταν πιο όξινα μετά από διατήρηση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (CA) και ενδιάμεση θέρμανση, σε σχέση με φρούτα που συγκομίστηκαν πιο ώριμα. Καρποί που συντηρήθηκαν σε CA μετά από 2 εβδομάδες καθυστέρηση στους 0°C, γενικά είχαν χαμηλότερη ποιότητα από αυτά που συντηρήθηκαν σε CA μέσα σε 2-3 μέρες μετά την συγκομιδή (Anderson, 1982). Ροδάκινα ποικιλιών Elberta και Red Haven όταν συντηρήθηκαν στους 0°C αμέσως μετά τη συγκομιδή, μετά από δυο εβδομάδες, έδειξαν συμπτώματα κατάρρευσης, απώλεια γεύσης και χυμού, ενώ καθυστερημένη συντήρηση σε υψηλότερες θερμοκρασίες και ειδικά σε θερμοκρασία δωματίου (26°C) για 48-72 ώρες πριν τη συντήρηση στους 0°C, είχε σαν αποτέλεσμα να διατηρηθεί η ποιότητα των φρούτων σε όποιο στάδιο ωριμότητας και αν ήταν και επιμήκυνε την συντήρηση για 10-15 μέρες. Στο ίδιο πείραμα εξετάστηκε και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας του καρπού κατά τη συγκομιδή του (πρώιμη, κανονική και όψιμη συγκομιδή). Τα φρούτα που συγκομίστηκαν πολύ ώριμα ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην καθυστερημένη συντήρηση από τα φρούτα που συγκομίστηκαν σε πιο προχωρημένα στάδια ωρίμανσης, τα οποία και έδειξαν μεγαλύτερα ποσοστά κατάρρευσης. Αν και δεν παρατηρήθηκε καμία σπουδαία διαφορά στην ποιότητα φρούτων διαφόρων σταδίων ωρίμανσης όταν αυτά συντηρήθηκαν κατ' ευθείαν στους 0°C, ωστόσο ακόμη και το πολύ ώριμο φρούτο διατηρήθηκε καλύτερα μετά από καθυστερημένη συντήρηση, παρά όταν

αποθηκεύτηκε αμέσως στους 0°C (Guelfat-Reich and Ben-Arie, 1966). Η καθυστερημένη συντήρηση ανέβαλε την εμφάνιση κοκκινίσματος της σάρκας, κατάρρευσης και δερματώδους καρπού για άλλες 1-2 εβδομάδες. Η επιτυχία της επηρεάσθηκε από τις συνθήκες της καθυστέρησης πριν την συντήρηση στους 0°C και το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή. Υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την καθυστέρηση και μεγαλύτερες περίοδοι καθυστέρησης είχαν θετική επίδραση στην ποιότητα του φρούτου. Ο Boyes (1995) εξηγεί ότι η επιτυχία λόγω καθυστέρησης 24 ωρών στους 21°C, στο να μην έχουμε δερματώδη υφή στον καρπό, είναι αποτέλεσμα του ότι προχωρά η διαδικασία ωρίμανσης. Όσο ωριμότερο είναι το φρούτο, τόσο λιγότερο ευαίσθητο είναι στην εσωτερική κατάρρευση. Ο Reyneke (1941) βρήκε ότι το φρούτο που συγκομίζεται σε ώριμη κατάσταση μπορεί να συντηρηθεί επιτυχώς αμέσως στους 0°C και ότι η καθυστερημένη συντήρηση είναι απαραίτητη μόνο για να φέρει το φρούτο στην κατάσταση αυτή.

Οι Taylor et al (1995) συγκόμισαν δαμάσκηνα ποικιλίας Songold σε δυο διαφορετικά στάδια ωριμότητας (άριστο στάδιο ωρίμανσης και υπερώριμα), συντηρήθηκαν στους -0,5°C και μετά από 10 μέρες στους 7,2°C και μετά από 18 μέρες στους 10°C για ωρίμανση. Η υδατοδιαλυτή πηκτίνη και η διαθεσιμότητα κυτταρικών υγρών όπως εκφράζονται από το ιξώδες και την εσωτερική αγωγιμότητα, έδειξαν ένα υψηλό δυναμικό για σχηματισμό πηκτής σε δαμάσκηνα και των δυο σταδίων ωρίμανσης, αλλά σε διαφορετικά στάδια κατά τη διάρκεια της συντήρησης και της ωρίμανσης. Σημαντικά επίπεδα κατάρρευσης λόγω σχηματισμού πηκτής αναπτύχθηκαν μόνο σε δαμάσκηνα που συγκομίστηκαν υπερώριμα. Σε αυτά τα φρούτα τα σημαντικά υψηλότερα επίπεδα σακχάρων και η απώλεια ακεραιότητας των κυτταρικών μεμβρανών νωρίς κατά τη συντήρηση, πιθανώς προώθησαν το σχηματισμό πηκτής (πηκτίνης-σακχάρων) καθώς τα κυτταρικά υγρά δεσμεύτηκαν από τις πηκτίνες στα κυτταρικά τοιχώματα. Τα σάκχαρα προωθούν το σχηματισμό πηκτής, πιθανόν αφαιρώντας ένα προστατευτικό υδατικό στρώμα από τα μόρια των πηκτινών και τα καθιστά έτσι ικανά να σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ τους, δημιουργώντας την πηκτή (Taylor et al, 1995).

Οι μέθοδοι ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας αφορούν συντήρηση φρούτων στο κρύο, σε αυξημένες συγκεντρώσεις CO₂ και μειωμένες συγκεντρώσεις O₂ και χρησιμοποιούνται με σκοπό τη μείωση

απώλειας του βάρους των νωπών προϊόντων, την καθυστέρηση της ωρίμανσής τους, καθώς και την επιβράδυνση της ανάπτυξης κάποιων ασθενειών, κυρίως μυκητολογικών. Η δυνατότητα χειρισμού των αερίων που παίρνουν μέρος στη λειτουργία της αναπνοής (το χρησιμοποιούμενο O_2 και το παραγόμενο CO_2), με σκοπό την επιβράδυνση της αναπνοής και του ρυθμού παραγωγής και δράσης του αιθυλενίου, καθυστερώντας έτσι την ωρίμανση, αποτελεί τη βάση για τη συντήρηση σε τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Υπερβολικά μικρή συγκέντρωση O_2 ή υπερβολικά μεγάλη συγκέντρωση CO_2 κατά τη συντήρηση φρούτων μπορεί να προκαλέσει ζημιά. Αυτό μπορεί να συμβεί εξαιτίας λανθασμένων χειρισμών κατά τη συντήρηση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, καθώς επίσης και στην περίπτωση όπου η ανταλλαγή αερίων δεν είναι επαρκής, όπως για παράδειγμα στα φρούτα που είναι συσκευασμένα σε σφραγισμένα πλαστικά κουτιά. Τα φρούτα που μεταφέρονται σε απόλυτα σφραγισμένα μεταφορικά οχήματα, χωρίς τη δυνατότητα εισόδου εξωτερικού αέρα, είναι άλλο ένα παράδειγμα. Οι ζημιές που οφείλονται σε τέτοιου είδους λανθασμένους χειρισμούς περιλαμβάνουν κατάρρευση της σάρκας, καφέτιασμα και νέκρωση ιστών και ανάπτυξη εσωτερικών κοιλοτήτων στη σάρκα του φρούτου που ονομάζονται «κενά αερίων» (gas pockets) (Mitchell and Kader, 1989).

Ροδάκινα ποικιλίας Springcrest συγκομίστηκαν σε δύο στάδια ωριμότητας και διατηρήθηκαν στους $20^{\circ}C$ σε αέρα (μάρτυρες) ή για 24 και 48 ώρες σε συνθήκες ULO ($<1\% O_2$) ή αυξημένης συγκέντρωσης CO_2 (30%) και μετά μεταφέρθηκαν σε αέρα για μέχρι 8 μέρες. Η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε σημαντικά, εξ' αιτίας των συνθηκών ULO και της αυξημένης συγκέντρωσης CO_2 , στα ροδάκινα και των 2 σταδίων ωριμότητας αν και το αποτέλεσμα ήταν πιο έντονο στα ροδάκινα που συγκομίστηκαν πιο πρώιμα (Bonghi et al, 1999). Τοποθέτηση αβοκάντο σε ατμόσφαιρα χαμηλής συγκέντρωσης οξυγόνου ($3\%O_2$ και $97\%N_2$) για 24 ώρες στους $17^{\circ}C$ πριν την αποθήκευση, μείωσε σημαντικά το chilling μετά από αποθήκευση στους $2^{\circ}C$ για 3 εβδομάδες. Το μαλάκωμα της σάρκας επίσης καθυστέρησε και η ηλεκτρική αγωγιμότητα βρέθηκε σημαντικά μικρότερη (Pesis et al, 1994).

Συντήρηση νεκταρινιών διάφορων ποικιλιών σε $0,5\% O_2$ για 3 μέρες στους $15^{\circ}C$, με σκοπό τον έλεγχο των εντόμων, προκάλεσε μη κανονική ωρίμανση, μειωμένη παραγωγή αιθυλενίου, αύξηση της περιεκτικότητας σε

αιθανόλη και ακεταλδεύδη και επιδείνωσε το εσωτερικό καφέκισμα. Συντήρηση στην ίδια συγκέντρωση O_2 αλλά στους $5^\circ C$ για 6 μέρες, προκάλεσε παρόμοιες ζημιές, αλλά λιγότερο σοβαρές. Οι ζημιές λόγω της τόσο χαμηλής συγκέντρωσης O_2 δεν μειώθηκαν όταν τα φρούτα αφέθηκαν να μαλακώσουν πριν τη μεταχείριση αυτή ή όταν ακολούθησε συντήρηση στους $2,5^\circ C$ για 2 εβδομάδες (Smilanick and Fouse, 1989). Σε ροδάκινα και νεκταρίνια διάφορων ποικιλιών, η χρήση αυξημένου CO_2 κατά τη διατήρηση στους $20^\circ C$ πριν τη συντήρηση στο κρύο βοήθησε να διατηρηθεί η σκληρότητα σάρκας. Προσθήκη 5% CO_2 στον αέρα έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα στη διατήρηση της σκληρότητας και την απελευθέρωση από τα συμπτώματα της εσωτερικής κατάρρευσης για περισσότερο από 6 εβδομάδες. Μειώνοντας το περιεχόμενο O_2 κρατήθηκε η σκληρότητα σάρκας υψηλή κατά και μετά τη συντήρηση, αλλά δεν καθυστέρησε η εμφάνιση συμπτωμάτων εσωτερικής κατάρρευσης (Nanos and Mitchell, 1991).

Η συσκευασία προσφέρει προστασία σε προϊόντα από φυσικές, φυσιολογικές και παθολογικές ανωμαλίες κατά την εμπορία. Τα κύρια πλεονεκτήματα των πλαστικών φύλλων (films) συσκευασίας των φρούτων και λαχανικών είναι η μείωση της απώλειας υγρασίας, η τροποποίηση της ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία και η καθυστέρηση της ωρίμανσης. Έτσι το πλαστικό φύλλο χρησιμοποιείται στο ψυγείο για να επεκτείνει το χρόνο συντήρησης και να βελτιώσει τη συντήρηση. Για καλλιέργειες ευαίσθητες σε θερμοκρασίες chilling η αύξηση της υγρασίας και η μείωση της συγκέντρωσης O_2 και η συσσώρευση CO_2 μέσα στη σακούλα συνήθως είναι σημαντικές για την καθυστέρηση εμφάνισης chilling (Wang and Ling, 1997).

Νερό χάνεται από όλα τα νωπά φρούτα και λαχανικά. Από τα πυρηνόκαρπα, τα δαμάσκηνα χάνουν νερό με πιο αργό ρυθμό από ότι τα ροδάκινα και τα νεκταρίνια. Τα συμπτώματα απώλειας υγρασίας γίνονται ορατά όταν η απώλεια ξεπεράσει τα 3-5% του αρχικού βάρους του φρούτου. Το νερό χάνεται με τη μορφή υδρατμών στον περιβάλλοντα χώρο από τους εσωτερικούς μεσοκυττάριους χώρους του καρπού και του φλοιού. Αυτή η απώλεια συμβαίνει όταν η συγκέντρωση των υδρατμών είναι μικρότερη έξω από ότι μέσα στο φρούτο. Οι υδρατμοί βγαίνουν από το φρούτο από διάφορα επιφανειακά ανοίγματα (Mitchell and Kader, 1989).

Αγγούρια που τοποθετήθηκαν σε σακούλα (σφραγισμένη ή με μικρές οπές) από πολυαιθυλένιο μικρής πυκνότητας, βρέθηκαν να έχουν λιγότερες ζημιές από chilling όταν συντηρήθηκαν στους 5°C και 90-95% σχετική υγρασία. Επίσης, η έναρξη του chilling καθυστέρησε στους συσκευασμένους καρπούς από ότι στους μάρτυρες. Η συγκέντρωση του CO₂ αυξήθηκε στο 3% ενώ του O₂ μειώθηκε στο 16% στις σφραγισμένες σακούλες, όπου σημειώθηκε και η ελάχιστη σήψη. Η απώλεια βάρους στους μάρτυρες ήταν 9% σε 18 μέρες ενώ στους συσκευασμένους καρπούς ήταν λιγότερο από 1% στην ίδια περίοδο (Wang and Ling, 1997). Συστήματα συσκευασίας μέσα στην οποία δημιουργούνται συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (modified atmosphere packaging) (MAP) με υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης CO₂ αξιολογήθηκαν για ροδάκινα ποικιλιών *Elegant lady* και *O' Henry* (Zoffoli et al, 1997). Η συγκέντρωση CO₂ κυμαίνονταν από 10 έως 25% και του O₂ από 1,5 έως 10% και η αποθήκευση έγινε στους 1°C για 21 μέρες. Παρατηρήθηκε μείωση του καφετιάσματος και του μαλακώματος της σάρκας. Η δερματώδης υφή της σάρκας μειώθηκε μόνο στις μεταχειρίσεις με τις υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ και χαμηλές συγκεντρώσεις O₂, οι οποίες όμως είχαν σαν αποτέλεσμα την αλλοίωση της γεύσης λόγω της έντονης παραγωγής αιθανόλης. Η ωφέλιμη επίδραση του υψηλού επιπέδου CO₂ (>10%) ενώ διατηρείται ένα υψηλό επίπεδο O₂ (7%) για να αποφευχθεί έντονη καταπόνηση, είναι μια προσέγγιση για να ελεγχθεί η εσωτερική κατάρρευση. Οι τρυπημένες σακούλες (perforated) ήταν ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να αποκτηθεί υψηλό επίπεδο O₂ (10%) με 15% CO₂ μέσα στη σακούλα χωρίς κανένα αρνητικό αποτέλεσμα ή αλλοίωση γεύσης. Αυτά τα films μείωσαν σημαντικά τη δερματώδη υφή κατά 60% λόγω αρνητικής συσχέτισης μεταξύ υψηλής συγκέντρωσης CO₂ και εμφάνισής της στη σάρκα. Η σήψη και το μαλάκωμα παρεμποδίστηκαν με υψηλή συγκέντρωση CO₂ και χαμηλή O₂ μέσα στη σακούλα. Η μείωση του O₂ σχετίζεται με τη μείωση της ικανότητας οξειδωσης των φαινολών και των ενζύμων που συμμετέχουν στην εκδήλωση του καφετιάσματος. Το δυναμικό του μέγιστου ελέγχου της εσωτερικής κατάρρευσης βρέθηκε σε μια κλίμακα υψηλού επιπέδου CO₂ (30%) και χαμηλού O₂ (1%) για τα ροδάκινα *O' Henry*. Αυτό το επίπεδο της καταπόνησης ωστόσο, δημιούργησε αναερόβιες συνθήκες που καταλήγουν σε άλλα συμπτώματα απώλειας ποιότητας για τα φρούτα. Η επίτευξη αυτών

των επιπέδων CO₂ και O₂ κάνοντας χρήση συστημάτων συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να είναι κάτι πολύ επικίνδυνο, επομένως άλλοι παράγοντες όπως χαμηλές θερμοκρασίες και καθυστερημένη ψύξη μπορούν να συνδυαστούν με τα συστήματα αυτά για να δώσουν καλύτερη ανταπόκριση στη χρήση αποτελεσματικότερων συγκεντρώσεων CO₂ και O₂ (Zoffoli et al, 1997). Ροδάκινα ποικιλίας Yumyeong αποθηκεύτηκαν σε 0°C για 4 εβδομάδες σε συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας με film 0,03mm, αλλά και έξω από τις συσκευασίες αυτές (Choi and Koo, 1997). Στη συνέχεια, αφέθηκαν να ωριμάσουν στους 20°C. Στα ροδάκινα που συντηρήθηκαν σε Τ.Α παρατηρήθηκε μειωμένο το φαινόμενο της δερματώδους υφής. Η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα των φρούτων αυξήθηκε γρήγορα κατά τις 3 πρώτες μέρες της ωρίμανσης και μετά μειώθηκε. Η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα ήταν υψηλότερη για τα ροδάκινα που συντηρήθηκαν σε Τ.Α. Επίσης, για τα ροδάκινα αυτά, η δραστηριότητα της PG ήταν μεγαλύτερη, το ίδιο και η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτές πηκτίνες. Η δραστηριότητα της PME δεν έδειξε να σχετίζεται με την εμφάνιση της δερματώδους υφής και βρέθηκε μεγαλύτερη στα φρούτα που συντηρήθηκαν σε Τ.Α σε αντίθεση με άλλες έρευνες.

Οι Shiekh and Habiba το 1996 δοκίμασαν διάφορα συστήματα συσκευασίας για να ελέγξουν τη δυνατότητα να διατηρήσουν μετασυλλεκτικά την ποιότητα ροδάκινων και να επεκτείνουν την εμπορική τους ζωή. Τα φρούτα συντηρήθηκαν μέσα σε σακούλες αλουμινίου, τρυπημένες ή μη τρυπημένες χάρτινες σακούλες και τρυπημένες σακούλες πολυαιθυλενίου, στους 2°C και 85-95% σχετική υγρασία. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές απώλειες βάρους ή αύξηση της οξύτητας μετά από 30 μέρες συντήρησης στις τρυπημένες σακούλες πολυαιθυλενίου, ενώ η οξύτητα αυξήθηκε και το pH μειώθηκε με τον χρόνο στους καρπούς που συντηρήθηκαν στα άλλα υλικά συσκευασίας. Τα ΔΣΣ σημείωσαν τη μεγαλύτερη αύξηση στα φρούτα που συντηρήθηκαν σε αλουμίνιο και σε τρυπημένες χαρτοσακούλες και τη μικρότερη αύξηση σε αυτά που συντηρήθηκαν σε τρυπημένες σακούλες πολυαιθυλενίου.

Οι Crisosto et al (1997α) αποθήκευσαν ροδάκινα ποικιλιών *Elegant Lady* και *O' Henry* διάφορων μεγεθών σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα και σε αέρα και βρήκαν τα εξής: οι μεγάλοι μεγέθους καρποί ανέπτυξαν συμπτώματα

εσωτερικής κατάρρευσης πιο νωρίς και σε μεγαλύτερο βαθμό από τους μεσαίους και μικρούς καρπούς κάτω από διάφορες συνθήκες συντήρησης. Συντήρηση στους 0°C για 4 μέρες πριν την ελεγχόμενη ατμόσφαιρα δεν επηρέασε την επίδραση της τελευταίας. Η εσωτερική κατάρρευση αναπτύχθηκε πιο γρήγορα και πιο έντονα στους 3,3°C από ότι στους 0°C. Σε όλες τις περιπτώσεις η δερματώδης υφή αναπτύχθηκε πιο νωρίς από το καφέτιασμα. Στους 3,3°C η σκληρότητα σάρκας καρπών που αποθηκεύτηκαν σε 17% CO₂ και 6% O₂ ήταν μεγαλύτερη από αυτών που αποθηκεύτηκαν στον αέρα. Στους 0°C δεν υπήρχε διαφορά στην σκληρότητα μεταξύ CA και αέρα. Μικρού μεγέθους *Elegant Lady* καρποί που αποθηκεύτηκαν σε 17% CO₂ και 6% O₂ στους 3,3°C ανέπτυξαν εσωτερική κατάρρευση πιο νωρίς και πιο έντονα από αυτά που συντηρήθηκαν σε αέρα. Ο λόγος αυτής της επιτάχυνσης απώλειας ποιότητας δεν ήταν ξεκάθαρος καθώς και η υψηλή συγκέντρωση CO₂ μπορεί να προκάλεσε ζημιά.

Μεταχείριση με μετρίως χαμηλό επίπεδο O₂ και /ή υψηλό CO₂ διατήρησαν τη σκληρότητα σάρκας, το χρώμα και τη γεύση και μείωσαν την αναπνοή ροδάκινων και νεκταρινιών (Anderson and Penny, 1975). Συντήρησή τους σε 1%O₂ και 5% CO₂ με ενδιάμεση θέρμανση μείωσε την εσωτερική κατάρρευση (Anderson, 1982), αύξησε τη ζωή στο ράφι, διατήρησε υψηλότερη περιεκτικότητα σακχάρων, πιο υψηλή οξύτητα και περισσότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα (Wang and Anderson, 1982). Η μεταχείριση αυτή φαίνεται να είναι ωφέλιμη και για άλλα πυρηνόκαρπα όπως βερίκοκα (Wankier et al., 1970) και κεράσια (Brooks et al, 1936). Οι Kerbel et al (1990) αναφέρουν ότι νεκταρίνια ποικιλίας *Fantasia* όταν διατηρήθηκαν σε διάφορες ατμόσφαιρες υψηλού CO₂ και χαμηλού O₂ στους 5°C για 8 μέρες, δεν έδειξαν ορατά συμπτώματα ή σημαντικές αλλαγές στην ποιότητα (όπως χρωματικές αλλαγές στο φλοιό και τη σάρκα, στη σκληρότητα, ΔΣΣ και οξύτητα). Μειώθηκε όμως η αναπνοή και η παραγωγή αιθυλενίου.

Σημαντικότερο πρόβλημα στη μετασυλλεκτική μεταχείριση των φρούτων και λαχανικών αποτελούν οι απώλειες που προκαλούνται από (συγκεκριμένους για κάθε είδος) εχθρούς και ασθένειες (μύκητες κυρίως). Οι σημαντικότερες μυκητολογικές ασθένειες που απασχολούν μετασυλλεκτικά τα ροδάκινα και νεκταρίνια στην Ευρώπη και στην Αμερική είναι κυρίως η μονίλια

(*Monilia fructicola*), η γκρι μούχλα (*Botryotinia fuckeliana* ή *Botrytis cinerea*) και ο *Rhizopus* (*Rhizopus oryzae* ή *Rhizopus stolonifer*) (Snowdon, 1990).

Η μονιλία είναι μύκητας που γίνεται ενεργός μόνο όταν το φρούτο ωριμάσει. Η μόλυνση μπορεί να γίνει μέσω φυσικών ανοιγμάτων όπως τα στόματα ή φακίδια ή και κατευθείαν μέσω της επιδερμίδας. Συνήθως, η μονιλία εισβάλλει στους καρπούς από διάφορες πληγές κατά τη συλλογή και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Το σύμπτωμα της εμφάνισής της είναι μια μικρή υδαρής κηλίδα που στη συνέχεια γίνεται καφέ. Εκτός από κάποιους προσυλλεκτικούς ψεκασμούς που είναι απαραίτητοι να γίνουν για την καταπολέμηση της ασθένειας, έχει βρεθεί ότι μετασυλλεκτικά, εμβάπτιση σε θερμό νερό με μυκητοκτόνο αδρανοποιεί τις πρόσφατες μολύνσεις και εμποδίζει την επακόλουθη σήψη. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας και του χρόνου παραμονής σε αυτή είναι κρίσιμοι παράγοντες για τον αποτελεσματικό χειρισμό χωρίς να τραυματιστούν οι καρποί. Αν και η μονιλία μπορεί να αναπτυχθεί και στους 0°C, η χρήση ψύξης καθυστερεί την ανάπτυξή της (Snowdon, 1990).

Η γκρι μούχλα εμφανίζεται σαν μια καφέ στρογγυλή κηλίδα οπουδήποτε στο φρούτο. Σε περιβάλλον με πολλή υγρασία εμφανίζεται σαν άσπρη μούχλα. Ενώ σε πιο ξηρή ατμόσφαιρα, σαν μάζα από γκρι καφέ κονίδια. Η σάρκα του φρούτου γίνεται μαλακή και υγρή. Εκτός από κάποιους προσυλλεκτικούς ψεκασμούς, κρίνονται απαραίτητοι προσεκτικοί μετασυλλεκτικοί χειρισμοί, καθώς και εμβάπτιση σε μυκητοκτόνο και ταχεία ψύξη, τα οποία έχει βρεθεί ότι καθυστερούν την εμφάνιση της ζημιάς ή την ελαχιστοποιούν (Snowdon, 1990).

Τα συμπτώματα εμφάνισης του *Rhizopus* είναι κυκλικές, υδαρείς, καφέ περιοχές. Διαρρηγνύεται η επιδερμίδα από τη μολυσμένη σάρκα. Οι προσβεβλημένοι ιστοί είναι μαλακοί, υδαρείς και απελευθερώνεται χυμός που έχει μια όξινη μυρουδιά. Εκτός από κάποιους προσυλλεκτικούς χειρισμούς, χρειάζεται προσοχή κατά και μετά τη συλλογή των καρπών. Ο καρπός πρέπει να ψυχθεί όσο γίνεται πιο γρήγορα μετά από τη συλλογή, γιατί τυχόν καθυστέρηση σε υψηλές θερμοκρασίες επιτρέπει τη γρήγορη ανάπτυξη της μόλυνσης. Αν τα φρούτα ψυχθούν για μια φορά σε θερμοκρασία μικρότερη από 5°C, αρκεί για να εμποδιστεί η ανάπτυξη του μύκητα όταν επανέλθουν τα φρούτα σε υψηλότερες θερμοκρασίες για ωρίμανση (Snowdon, 1990).

Το πρόβλημα των μετασυλλεκτικών ασθενειών αντιμετωπίστηκε αρχικά κάνοντας χρήση μυκητοκτόνων και άλλων συνθετικών σκευασμάτων. Τελευταία όμως, το ενδιαφέρον για τον ολοκληρωμένη καταπολέμηση των μετασυλλεκτικών ασθενειών έχει αυξηθεί (Roberts, 1994). Βιολογικοί και νομοθετικοί παράγοντες συνέβαλαν στην ανάπτυξη εναλλακτικών προσεγγίσεων καταπολέμησης μετασυλλεκτικών ασθενειών. Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας κάποιων παθογόνων σε μυκητοκτόνα, ειδικά στις βενζιμιδαζόλες, έχει περιορίσει ή εξαλείψει την αποτελεσματικότητα αυτών των χημικών για μετασυλλεκτική χρήση σε κάποιες περιοχές των Η.Π.Α. Κάποιες χώρες που εισάγουν φρούτα από τις Η.Π.Α. δεν επιτρέπουν υπολείμματα ορισμένων μυκητοκτόνων, όπως το captan. Άλλες χώρες, όπως η Ιαπωνία, δεν επιτρέπουν καθόλου υπολείμματα από κανένα μετασυλλεκτικό μυκητοκτόνο σε φρούτα που εισάγονται από τις Η.Π.Α. Επιπλέον, η δημόσια και επιστημονική ανησυχία, σχετικά με την παρουσία συνθετικών χημικών στα τρόφιμα και στο περιβάλλον γενικότερα, έχει αυξηθεί κατά πολύ τελευταία (Roberts, 1994). Είναι ξεκάθαρο λοιπόν πως υπάρχει επείγουσα ανάγκη για ανάπτυξη νέων και αποτελεσματικών μεθόδων ελέγχου των μετασυλλεκτικών ασθενειών, ασφαλών για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (Wisniewski and Wilson, 1992). Μείωση του μολύσματος στα συσκευαστήρια μέσω διάφορων συστημάτων καθαρισμού των προϊόντων, χρήση μη εκλεκτικών μυκητοκτόνων και μεταχειρίσεις με θερμό νερό, αέρα ή ατμό, μπορούν να μειώσουν σημαντικά την εμφάνιση ασθενειών στα συγκομισθέντα προϊόντα. Τεχνικές συλλογής και μετασυλλεκτικής μεταχείρισης που ελαχιστοποιούν τους τραυματισμούς και την καταπόνηση των προϊόντων σε συνδυασμό με συνθήκες κατά τη συντήρησή τους ιδανικές να διατηρήσουν την ανθεκτικότητα των προϊόντων στα μολύσματα, συμβάλλουν στη μείωση προσβολών από ασθένειες μετά τη συγκομιδή. Επίσης, αξιόλογη εναλλακτική μέθοδο έναντι στα συνθετικά μυκητοκτόνα αποτελούν οι πρόσφατα αναπτυσσόμενες μέθοδοι βιολογικού ελέγχου των μετασυλλεκτικών ασθενειών. Ο βιολογικός έλεγχος των ασθενειών αυτών βασίζεται στη χρησιμοποίηση κάποιων μυκήτων που είναι ανταγωνιστές των μυκήτων που προκαλούν τις μετασυλλεκτικές σήψεις στα φρούτα και στα λαχανικά. Ο Pusey και οι συνεργάτες του (1986, 1988) ενσωμάτωσαν τον ανταγωνιστή μύκητα *Bacillus subtilis* στο κερί που χρησιμοποιούνταν εμπορικά στα ροδάκινα κατά τη

διαδικασία συσκευασίας τους. Σε αυτές τις πιλοτικές δοκιμές η χρήση του ανταγωνιστή μύκητα έδωσε επίπεδο προστασίας παρόμοιο με αυτό που αποκτήθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε κερί σε συνδυασμό με το μυκητοκτόνο benomyl.

Η χρήση ανταγωνιστών οργανισμών έχει μελετηθεί διεξοδικά σε πολλά φρούτα και λαχανικά τα τελευταία έτη για την αντιμετώπιση των βλαβερών μετασυλλεκτικών μυκήτων. Η χρήση θερμού νερού ή αέρα για την αντιμετώπιση μετασυλλεκτικών ασθενειών επίσης μελετάται διεξοδικά και σχετική βιβλιογραφική αναφορά έχει γίνει προηγουμένως στο παρόν κεφάλαιο.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετήσουμε τις ποιοτικές μεταβολές σε σχετικά ώριμα ροδάκινα και νεκταρίνια υψηλής ποιότητας μεσοπρώιμων ποικιλιών (ιδιαίτερης σημασίας για τις εξαγωγές) κατά τη σύντομη ψυχοσυντήρησή τους (1 και 2 εβδομάδες) σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, μετά από εμβάπτιση σε θερμό νερό. Η εμβάπτιση σε θερμό νερό μελετάται σαν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος καθυστέρησης της περαιτέρω ωρίμανσης των καρπών και αποφυγής απωλειών ποιότητας από φυσιολογικές και κρυπτογαμικές ασθένειες.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε

Οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα ήταν λευκόσαρκα νεκταρίνια ποικιλίας Caldesi 2000 και ροδάκινα ποικιλίας Royal Glory. Τα δένδρα ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενο GF677 και καλλιεργούνται βάσει των κανόνων της ορθής γεωργικής πρακτικής στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Τα δέντρα ήταν ηλικίας 4 ετών και διαμορφωμένα σε σχήμα κυπέλλου. Καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου εφαρμόζονταν εβδομαδιαία άρδευση με σταγόνες. Όλη η ποσότητα λιπάσματος που δέχτηκαν τα δέντρα δόθηκε με τη μέθοδο της υδρολίπανσης. Εφαρμόστηκε το απαραίτητο πρόγραμμα ψεκασμών βάσει παρατηρήσεων. Στο τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου έγινε αραίωμα των καρπών και θερινό κλάδεμα. Τα νεκταρίνια όσο και τα ροδάκινα που μελετήθηκαν ήταν καρποί από ποικιλίες μεσοπρώιμες, γι' αυτό και δεν μας ενδιέφερε η συντήρησή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά η μετασυλλεκτική τους συμπεριφορά για διάστημα 1-2 εβδομάδες, όσο δηλαδή απαιτείται για να γίνει η μεταφορά τους σε μακρινές αγορές.

Αρχική μεταχείριση καρπών

Στις 21 Ιουνίου 2001 το απόγευμα έγινε η συλλογή σχετικά ώριμων νεκταρινιών. Τοποθετήθηκαν σε μονόσειρα τελάρα και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε διαλογή για ομοιομορφία. Καρποί υπερώριμοι, με εξωτερική υποβάθμιση ποιότητας και χτυπημένοι, καθώς και οι πολύ μικρού μεγέθους απομακρύνθηκαν και στα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν εμπορικού μόνο μεγέθους καρποί χωρίς εξωτερικά μειονεκτήματα. Στη συνέχεια έγινε τυχαία επιλογή 210 εμπορεύσιμων καρπών, οι οποίοι και τυχαία χωρίστηκαν σε 30 επαναλήψεις των 7 καρπών για να χρησιμοποιηθούν στο πείραμα. Έξι επαναλήψεις (42 καρποί) διατηρήθηκαν για να χρησιμοποιηθούν για τις αρχικές μετρήσεις ποιότητας. Σε 12 επαναλήψεις (84 καρπούς) έγινε εμβάπτιση σε θερμό νερό θερμοκρασίας 46°C (Obenland and Aung, 1997) πριν μπουν στην ψυχροσυντήρηση, ενώ οι καρποί-μάρτυρες (84) δεν εμβάπτιστηκαν. Η εμβάπτιση των καρπών έγινε σε υδατόλουτρο που περιείχε διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 200 mM (6 g.L⁻¹) και οι καρποί παρέμειναν πλήρως βυθισμένοι για 25 min (Obenland and Aung, 1997). Το NaCl

ελαχιστοποιεί τη ζημιά που προκαλεί η μεταχείριση με θερμό νερό στον καρπό (απώλεια κόκκινου χρώματος, καφέτιασμα του φλοιού), γιατί προκαλεί μείωση του οσμωτικού δυναμικού του νερού. Μια τέτοια μείωση έχει σαν συνέπεια την ελαχιστοποίηση της ποσότητας του θερμού νερού που εισέρχεται στον καρπό, υποβαθμίζοντας την ποιότητα. Οι καρποί των 4 πρώτων επαναλήψεων από την κάθε μεταχείριση και έξοδο εμβαπτίστηκαν σε μυκητοκτόνο (εμπορικό σκεύασμα captan, 6 g.L^{-1} για 1 min), αφέθηκαν να στεγνώσουν και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν ανά επανάληψη σε πλαστικό δίσκο και σφραγίστηκαν με θερμοκόλληση σε πλαστικές σακούλες κατάψυξης 3L Vileda (FHP, Milan), πάχους 35–45 μ αποτελούμενες από 3 στρώματα (PPE/ MDPE/ DPE), 10–15 μ πάχος το κάθε στρώμα. Οι σακούλες ήταν εξοπλισμένες με σωλήνα ερμητικά τοποθετημένο στη σακούλα και κλεισμένο εξωτερικά με stopper και σιλικόνη. Οι 2 τελευταίες επαναλήψεις από κάθε μεταχείριση και έξοδο τοποθετήθηκαν στις ανωτέρω συσκευασίες χωρίς να εμβαπτιστούν σε μυκητοκτόνο. Προτού οι καρποί τοποθετηθούν στις ειδικές συσκευασίες και αφού είχαν στεγνώσει, μετρήθηκε το βάρος των 7 καρπών της κάθε επανάληψης, για τον υπολογισμό των απωλειών βάρους κατά τη συντήρηση. Το ζύγισμα έγινε με ζυγό Lutron ακριβείας ενός δεκαδικού.

Αρχικές μετρήσεις ποιότητας

Έξι επαναλήψεις των 7 καρπών χρησιμοποιήθηκαν για να γίνουν οι αρχικές μετρήσεις ποιότητας για τα εξής χαρακτηριστικά: σκληρότητα σάρκας, ειδική και συνολική αγωγιμότητα, διαλυτά στερεά συστατικά, οξύτητα και συνολικά φαινολικά. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν αφού παρέμειναν οι καρποί για μια ημέρα στους 22–24°C (22 Ιουνίου). Η σκληρότητα της σάρκας μετρήθηκε με πιεσόμετρο Effegi (μοντέλο FT 327), εξοπλισμένο με έμβολο διατομής 7,9 mm και τα αποτελέσματα πάρθηκαν σε μονάδες kgF. Έγιναν 2 μετρήσεις για κάθε καρπό, μια από κάθε πλευρά του, περιμετρικά στο μέσο των δυο ημισφαιρίων του καρπού μετά από αφαίρεση του φλοιού στη συγκεκριμένη περιοχή και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Τέλος για την περαιτέρω στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος ανά επανάληψη (των 7 καρπών).

Τα διαλυτά στερεά του χυμού μετρήθηκαν με το διαθλασίμετρο, παίρνοντας 2 μετρήσεις στο χυμό κάθε επανάληψης των 7 καρπών. Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας μια σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του

οργάνου. Το διαθλασίμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι το ATAGO Hand Refractometer, μοντέλο N-1E (Jencons Scientific LTD, Japan) με κλίμακα από 0 έως 32 Brix.

Στη συνέχεια μετρήθηκε η οξύτητα του χυμού της κάθε επανάληψης. Έγινε αραιώση του χυμού 1\5, δηλαδή σε ένα πλαστικό ποτηράκι 5mL χυμού αραιώθηκαν σε 20mL νερού και μετρήθηκε το αρχικό pH του χυμού με πεχάμετρο (Hanna Instruments, μοντέλο HI 9024). Κατόπιν, έγινε ογκομέτρηση της ανωτέρω αραιώσης με 0,1N NaOH έως ότου το pH έφτασε στο 8,2. Δυο μετρήσεις πάρθηκαν από το χυμό κάθε επανάληψης. Ακολούθησε υπολογισμός της οξύτητας και εκφράστηκε σε g μηλικού οξέος/ 100 mL χυμού.

Για να μετρηθεί η ειδική και η συνολική αγωγιμότητα, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: από λεπτή κατά μήκος φέτα από όλους τους καρπούς της κάθε επανάληψης, πάρθηκε το κεντρικό κομμάτι της, ώστε να χρησιμοποιείται περίπου 5g καρπού από κάθε επανάληψη. Κόπηκε και μια δεύτερη λεπτή φέτα από τον κάθε καρπό και έγινε η ίδια ακριβώς διαδικασία, ώστε να υπάρχουν δύο επαναλήψεις από την κάθε επανάληψη. Τα τεμάχια της κάθε επανάληψης τοποθετήθηκαν σε petri, ζυγίστηκαν, ξεπλύθηκαν 3 φορές με απιονισμένο νερό και τοποθετήθηκαν σε 25mL διαλύματος 0,4 M μανιτόλης σε πλαστικά ποτήρια των 100 mL. Κατόπιν τοποθετήθηκαν σε οριζόντιο ανακινητή με 100 στροφές ανά λεπτό, στους 20 °C για 3 ώρες, οπότε και πάρθηκε η μέτρηση της αρχικής (ηλεκτρολυτικής) αγωγιμότητας σε $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (διαρροή ηλεκτρολυτών όχι λόγω τομής αλλά λόγω μεταχειρίσεων ή ωριμότητας). Έπειτα τα ποτήρια τοποθετήθηκαν στον καταψύκτη όλο το βράδυ. Την επόμενη ημέρα μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου και αφού ξεπάγωσαν, αφέθηκαν στον ανακινητή στους 20°C για 3 ώρες και επαναμετρήθηκε η συνολική αγωγιμότητα σε $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ για τη μέτρηση της ολικής περιεκτικότητας ηλεκτρολυτών στα φυτικά κύτταρα. Η ειδική αγωγιμότητα υπολογίστηκε από το πηλίκο της αρχικής αγωγιμότητας προς τη συνολική. Για την παρασκευή ενός λίτρου μανιτόλης προστέθηκαν 72,9g ($0,4 \cdot 182,2$) και γεμίσαμε τη φιάλη έως 1 λίτρο. Ο ανακινητής ήταν μοντέλο orbitaly shaker, της εταιρίας F.lli Galli, (Italy). Η αγωγιμότητα μετρήθηκε με αγωγιμόμετρο Cyberscan 10 (Eutech Instruments, Singapore).

Για τον προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών στο χυμό, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu. Για την παρασκευή αραιού διαλύματος Folin-Ciocalteu προστέθηκαν 25mL FC εμπορίου σε 225mL νερό (αραίωση 1:10) και το αραιό διάλυμα χρησιμοποιούνταν μόνο την ημέρα παρασκευής. Για την παρασκευή του διαλύματος Na_2CO_3 (0,075g $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{mL}$) προστέθηκαν 75g άνυδρο Na_2CO_3 σε 925mL νερού (διατήρηση στο ράφι). Για παρασκευή stock διαλύματος γαλλικού οξέος προστέθηκαν 0,5g ξηρό γαλλικό οξύ σε 100mL νερού (5 mg gallic/mL ή 500 mg%). Χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας μοντέλο GA 200D, με ακρίβεια 4 δεκαδικών (OHAUS, Germany) Ακολούθησε θέρμανση και ανάμιξη στον ανακινητή έως ότου το γαλλικό οξύ διαλύθηκε πλήρως. Το stock διάλυμα γαλλικού οξέος διατηρήθηκε στο ψυγείο έως 2 εβδομάδες. Σε 18mL νερού προστέθηκαν 2mL χυμού (1/10 αραίωση χυμού). Μεταφέρθηκαν 2mL της παραπάνω αραίωσης του χυμού ή από τις παρακάτω αναφερόμενες αραιώσεις του standard γαλλικού οξέος σε γυάλινο σωλήνα με βιδωτό καπάκι και προστέθηκαν 2mL νερού. Για το μηδενισμό του φασματοφωτόμετρου δημιουργήθηκε σωλήνας με 2+2 mL νερού (blank). Σε 2 min προστέθηκαν 10mL αραιό FC διάλυμα, έγινε κάλυψη με Parafilm και ανάδευση με Vortex. Μετά από 30s-8 min προστέθηκαν 8 mL διαλύματος Na_2CO_3 , και ακολούθησε πάλι κάλυψη με Parafilm και ανάδευση με Vortex. Οι σωλήνες αφέθηκαν για 1 ώρα σε υδατόλουτρο 30 °C και κατόπιν τοποθετήθηκαν στους 5°C για 30 min έως 1h. Αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 5-10 min, αναδεύτηκαν και μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος στα 760 nm. Το φασματοφωτόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι μοντέλο Spectronic 301, (Milton Roy Co., U.S.A). Δυο μετρήσεις πάρθηκαν στο χυμό κάθε επανάληψης. Τα συνολικά φαινολικά εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού με τη βοήθεια standard καμπύλης διαλύματος γαλλικού οξέος με τελικές συγκεντρώσεις 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20 mg%.

Συντήρηση καρπών

Την επόμενη ημέρα της συγκομιδής, 22 Ιουνίου 2001, τα νεκταρίνια τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ψύξης βιομηχανικού ψυγείου συντήρησης στους 0-1°C και 90-95% σχετική υγρασία. Οι μισές από τις επαναλήψεις και των δύο μεταχειρίσεων βγήκαν από το ψυγείο σε μια εβδομάδα, και οι άλλες μισές σε

δυο εβδομάδες. Στις 29 Ιουνίου 2001 έγινε η 1^η έξοδος νεκταρινιών από το ψυγείο (6 επαναλήψεις των 7 καρπών/ επανάληψη). Μισή ώρα μετά την έξοδο από το ψυγείο μετρήθηκε η περιεκτικότητα O₂ και CO₂ για τις 4 επαναλήψεις-συσκευασίες με καρπούς που είχαν εμβαπτιστεί σε μυκητοκτόνο. Η μέτρηση έγινε με λήψη αέρα από το σωλήνα που είχε τοποθετηθεί στη σακούλα κατευθείαν με τον αναλυτή υπέρυθρων για τη μέτρηση του CO₂ και παραμαγνητικό αναλυτή για τη μέτρηση του O₂, μοντέλο 280 Combo, (David Bishop Instruments Ltd, England). Για τον έλεγχο των μετρήσεων των οργάνων χρησιμοποιήθηκε μείγμα standard αερίων 1%O₂ 5%CO₂. Η ίδια μέτρηση επαναλήφθηκε μετά από 2 ώρες και μετά από 9 ώρες, οπότε και ανοίχθηκαν οι συσκευασίες για να αποφευχθεί η αλκοολική ζύμωση των καρπών και καταστροφή τους. Οι μετρήσεις για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (που μετρήθηκαν και πριν την είσοδο των νεκταρινιών στο ψυγείο) έγιναν στις 30 Ιουνίου, δηλαδή μετά από παραμονή για μία μέρα σε θερμοκρασία δωματίου (ζωή στο ράφι, 22-24 °C και 50-55% Σ.Υ.) ώστε να ανταποκρίνονται σε πραγματικές συνθήκες της αγοράς. Προτού γίνουν όλες οι άλλες μετρήσεις ποιότητας, οι καρποί ζυγίστηκαν ξανά και υπολογίστηκαν οι απώλειες βάρους σε (%) κατά τη συντήρηση και ζωή στο ράφι των καρπών. Η 2^η έξοδος των νεκταρινιών από το ψυγείο έγινε στις 6 Ιουλίου και οι μετρήσεις για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά έγιναν στις 7 Ιουλίου.

Στις 25 Ιουνίου 2001 έγινε η συλλογή σχετικά ώριμων ροδάκινων και έγιναν οι ανωτέρω μεταχειρίσεις και μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών την επόμενη ημέρα, 26 Ιουνίου 2001.

Η 1^η έξοδος των ροδάκινων έγινε στις 3 Ιουλίου 2001 και οι μετρήσεις μια μέρα μετά (4 Ιουλίου), ενώ η 2^η έξοδος έγινε στις 10 Ιουλίου και οι μετρήσεις την επόμενη (11 Ιουλίου).

Στατιστική ανάλυση

Έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας με δύο παράγοντες: μεταχειρίσεις και χρόνος συντήρησης. Χρησιμοποιήθηκαν έξι επαναλήψεις (με τους μέσους όρους 6 ή 2 μετρήσεων ανά επανάληψη) ανά μεταχείριση και χρόνο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 10,0 (SPSS, Chicago).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εμβάπτιση των καρπών στο θερμό νερό είχε σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας της σάρκας των καρπών από 24°C σε 43°C για 25 min παραμονής τους σε αυτό. Μετά την απομάκρυνση από το ζεστό υδατόλουτρο, η θερμοκρασία στο εσωτερικό της σάρκας άρχισε να μειώνεται και πάλι σταδιακά και μετά από 50 min έφτασε περίπου στους 30°C, ενώ η θερμοκρασία δωματίου ήταν 22 °C (Σχεδ.1).

Στα νεκταρίνια, η εμβάπτιση σε θερμό νερό δεν επηρέασε τις συγκεντρώσεις O₂ και CO₂ στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Τ.Α) των καρπών στους οποίους εφαρμόστηκε σε σχέση με τους μάρτυρες, μισή, 2,5 και 9,5 ώρες μετά την έξοδο των νεκταρινιών από το ψυγείο, μετά από 1 ή 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης στους 0° C (Πίν. 1,2 και 3). Οι συγκεντρώσεις O₂ και CO₂ δεν επηρεάστηκαν από τη μία επιπλέον εβδομάδα ψυχοσυντήρησης σε σχέση με την 1^η εβδομάδα, ούτε για τους μάρτυρες ούτε για τους καρπούς που εμβάπτιστηκαν σε θερμό νερό, μετά την πάροδο 2,5 και 9,5 ωρών από την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο. Μετά την πάροδο μισής ώρας από την έξοδο των νεκταρινιών από το ψυγείο, η συγκέντρωση O₂ μετά από παραμονή 2 εβδομάδων στο ψυγείο στους 0° C ήταν υψηλότερη κατά 9% σε σχέση με την παραμονή μιας μόνο εβδομάδας στην ψυχοσυντήρηση. Η διαφορά αυτή παρατηρήθηκε μόνο στους εμβαπτισμένους στο θερμό νερό καρπούς, ενώ η συγκέντρωση O₂ δεν επηρεάστηκε για τους μάρτυρες από τη μία επιπλέον εβδομάδα ψυχοσυντήρησης (Πίν. 1,2 και 3).

Στα ροδάκινα, η εμβάπτιση σε θερμό νερό αύξησε τις συγκεντρώσεις O₂ και μείωσε τις συγκεντρώσεις CO₂ στις συσκευασίες Τ.Α, των καρπών στους οποίους εφαρμόστηκε σε σχέση με τους μάρτυρες, μισή, 2,5 και 9,5 ώρες μετά από 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, ενώ δεν τις μετέβαλλε σημαντικά στο τέλος της 1^{ης} εβδομάδας ψυχοσυντήρησης (1^η έξοδος) (Πίν. 1,2 και 3). Η μία επιπλέον εβδομάδα ψυχοσυντήρησης δεν επηρέασε σε σχέση με την πρώτη τις συγκεντρώσεις O₂ και CO₂, ούτε στους μάρτυρες ούτε στους καρπούς που εμβάπτιστηκαν σε θερμό νερό, μετά την πάροδο μισής, και 2,5 ωρών από την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο (Πίν. 1 και 2). Μετά την πάροδο όμως 9,5 ωρών από την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο η

συγκέντρωση O_2 στις συσκευασίες Τ.Α με τους μάρτυρες ήταν υψηλότερη κατά 162% στη 2^η έξοδο σε σχέση με την 1^η έξοδο και στις συσκευασίες των εμβαπτισμένων σε θερμό νερό καρπών ήταν υψηλότερη κατά 124% στη 2^η έξοδο σε σχέση με την 1^η έξοδο. Την ίδια στιγμή, η συγκέντρωση CO_2 στις συσκευασίες Τ.Α με τους μάρτυρες ήταν χαμηλότερη κατά 31% στη 2^η έξοδο σε σχέση με την 1^η και στις συσκευασίες των καρπών που εμβαπτίστηκαν στο θερμό νερό μειώθηκε κατά 41% στη 2^η έξοδο σε σχέση με την 1^η (Πίν. 3).

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό δεν επηρέασε σημαντικά τις απώλειες βάρους των καρπών σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, σε καμία από τις 2 εξόδους των φρούτων από το ψυγείο (Πίν. 4). Οι απώλειες βάρους των καρπών μετά από δύο εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, δεν διέφεραν στατιστικά από τις απώλειες που είχαν οι καρποί μετά από μια εβδομάδα στο ψυγείο, τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν στο θερμό νερό. Τα ίδια ακριβώς συμπεράσματα ισχύουν και για τα ροδάκινα, όσον αφορά τις απώλειες βάρους των καρπών κατά την συντήρηση στους 0° C (Πίν. 4). Τέλος, οι απώλειες βάρους των νεκταρινιών ήταν πολύ μικρές, ενώ των ροδάκινων από την 1^η κιόλας εβδομάδα συντήρησης σχετικά υψηλές και οικονομικά σημαντικές.

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό διατήρησε τη σκληρότητα σάρκας κατά 28% υψηλότερα σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, κύρια μετά από 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, ενώ δεν την επηρέασε σημαντικά μετά από 1 εβδομάδα στο ψυγείο (Πίν. 5). Η σκληρότητα σάρκας των νεκταρινιών, μειώθηκε κατά 24% μετά από μια εβδομάδα ψυχοσυντήρησης. Η μείωση αυτή βρέθηκε τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους εμβαπτισμένους στο ζεστό νερό καρπούς, αλλά ήταν πιο έντονη για τους μάρτυρες. Η σκληρότητα σάρκας των καρπών δε μεταβλήθηκε περαιτέρω σημαντικά ούτε για τους μάρτυρες ούτε για τους εμβαπτισμένους καρπούς, μετά την πάροδο 1 επιπλέον εβδομάδας στην ψύξη (δηλαδή στη 2^η έξοδο) (Πίν. 5).

Η εμβάπτιση ροδάκινων σε θερμό νερό διατήρησε κατά 28% υψηλότερη τη σκληρότητα σάρκας σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες μετά από την πρώτη εβδομάδα ψυχοσυντήρησης, ενώ οι καρποί των 2 μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας μετά από 2 εβδομάδες συντήρησης (Πίν. 5). Η σκληρότητα σάρκας των ροδάκινων μειώθηκε κατά

42% μετά από μια εβδομάδα ψυχοσυντήρησης και επιπλέον 23% μετά από δυο εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, σε σχέση με τη σκληρότητα σάρκας στη συγκομιδή. Η μείωση αυτή βρέθηκε και για τους μάρτυρες και για τους εμβαπτισμένους καρπούς (Πιν.5).

Αυτή η μείωση του ρυθμού μαλακώματος της σάρκας από τη θερμική μεταχείριση είναι πιθανόν να οφείλεται στην παρεμπόδιση της σύνθεσης υδρολυτικών ενζύμων του κυτταρικού τοιχώματος, όπως της πολυγαλακτουρονάσης. Η Lurie (1998), σε άρθρο ανασκόπησης, αναφέρει ότι φρούτα που εκτέθηκαν σε θερμό αέρα θερμοκρασίας 38 ή 40°C μαλάκωσαν πιο αργά από φρούτα που δεν δέχτηκαν τη μεταχείριση αυτή.

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό δεν επηρέασε τη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών μετά την πάροδο 1 ή 2 εβδομάδων ψυχοσυντήρησης σε σχέση με τους μάρτυρες (Πίν. 5). Επίσης, η συγκέντρωση των Δ.Σ.Σ. δεν μεταβλήθηκε ούτε και με το χρόνο συντήρησης, τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους εμβαπτισμένους στο θερμό νερό καρπούς. Τα ίδια ακριβώς ισχύουν και για τα ροδάκινα (Πίν. 5).

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό μείωσε την οξύτητα του χυμού κατά 7% σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, μόνο μετά από 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, ενώ δεν την επηρέασε σημαντικά μετά από μια εβδομάδα ψυχοσυντήρησης (Πίν. 6). Η οξύτητα του χυμού μειώθηκε, μετά την ψυχοσυντήρηση των καρπών για 1 εβδομάδα, κατά 15% σε σχέση με την οξύτητα που είχε ο χυμός των καρπών κατά την εισαγωγή τους στο ψυγείο. Αλλά μετά από δυο εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, η οξύτητα αυξήθηκε κατά 28% σε σχέση με την αρχική και 50% σε σχέση με αυτή που είχε ο χυμός των καρπών μετά την 1^η εβδομάδα ψυχοσυντήρησης. Οι μεταβολές αυτές βρέθηκαν και για τους μάρτυρες και για τους εμβαπτισμένους στο θερμό νερό καρπούς με μεγαλύτερη την αύξηση για τους καρπούς μάρτυρες (Πίν. 6).

Η εμβάπτιση ροδάκινων σε θερμό νερό δεν επηρέασε την οξύτητα του χυμού σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες μετά από ψυχοσυντήρηση 1 ή 2 εβδομάδων (Πίν. 6). Η οξύτητα του χυμού αυξήθηκε κατά 43% μετά από 1 εβδομάδα ψυχοσυντήρησης σε σχέση με την οξύτητα που είχε ο χυμός όταν τα φρούτα μπήκαν στη συντήρηση. Μετά από 1 επιπλέον εβδομάδα ψυχοσυντήρησης, μειώθηκε κατά 11%, παρέμεινε όμως μεγαλύτερη κατά 27% σε σχέση με την αρχική (πριν την είσοδο στο ψυγείο) οξύτητα. Οι

μεταβολές αυτές ισχύουν με την ίδια ένταση και για τους μάρτυρες και για τους εμβαπτισμένους καρπούς (Πίν. 6).

Η Lurie (1998) σε άρθρο ανασκόπησης, αναφέρει ότι η ογκομετρούμενη οξύτητα σε μήλα που διατηρήθηκαν για 3-4 μέρες σε θερμοθάλαμο 38°C μειώθηκε, ενώ τα Δ.Σ.Σ. δεν επηρεάστηκαν από τη μεταχείριση αυτή. Το ίδιο βρέθηκε και για νεκταρίνια που παρέμειναν για 1 ή 2 μέρες σε θερμοθάλαμο 41-46°C, με σκοπό την καταπολέμηση εντόμων. Επίσης, φράουλες που εμβαπτίστηκαν σε θερμό νερό 35, 45 ή 50°C, για 15min, για έλεγχο σήψεων, είχαν στο χυμό τους χαμηλότερη ογκομετρούμενη οξύτητα ενώ δεν σημειώθηκε καμία μεταβολή στα Δ.Σ.Σ. Τομάτες που δέχθηκαν θερμό αέρα 38°C για 2-3 μέρες και σταφύλια που διατηρήθηκαν για 4,5 ώρες σε θερμό αέρα 43,5°C δεν έδωσαν διαφορές ούτε στην ογκομετρούμενη οξύτητα ούτε στα Δ.Σ.Σ., ωστόσο τα ίδια φρούτα σε άλλες μελέτες έδειξαν να έχουν μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας. Τα κυμαινόμενα αυτά αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται σε διαφορές μεταξύ ποικιλιών ή σε διαφορές στις μεταχειρίσεις.

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό αύξησε ελαφρώς (1,4%) το pH του χυμού σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, μόνο μετά τη 2^η εβδομάδα ψυχρอสυντήρησης, ενώ δεν το επηρέασε μετά από 1 εβδομάδα ψυχρอสυντήρησης των φρούτων (Πίν. 6). Το pH του χυμού νεκταρινιών δεν μεταβλήθηκε μετά την παραμονή για 1 εβδομάδα των φρούτων στη συντήρηση σε σχέση με το pH που είχαν οι καρποί πριν την είσοδό τους στο ψυγείο. Μετά όμως την πάροδο 1 επιπλέον εβδομάδας ψυχρอสυντήρησης, το pH του χυμού των καρπών αυξήθηκε κατά 4% σε σχέση με το pH που είχαν οι καρποί πριν μπουένη στη συντήρηση και ήταν αυξημένο κατά 3% σε σχέση με αυτό που είχαν οι καρποί κατά την 1^η έξοδό τους από το ψυγείο. Οι διαφορές αυτές βρέθηκαν και για τους μάρτυρες και για τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν στο θερμό νερό, ήταν όμως μικρές και μάλλον είναι απίθανο να έχουν κάποια φυσιολογική σημασία. Βέβαια, δεν αναμένονταν ουσιαστική μεταβολή στο pH του χυμού καθώς αυτός αντικατοπτρίζει ουσιαστικά τα περιεχόμενα του τεράστιου σε όγκο και ρυθμιστική ικανότητα χυμοτοπίου των κυττάρων της σάρκας των καρπών (Πίν. 6).

Η εμβάπτιση ροδάκινων στο θερμό νερό αύξησε (όπως και στα νεκταρίνια) κατά 2% το pH του χυμού σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες,

μόνο μετά τη 2^η εβδομάδα ψυχοσυντήρησης, ενώ δεν το επηρέασε μετά από 1 μόνο εβδομάδα ψυχοσυντήρησης (Πίν. 6). Η συντήρηση των ροδάκινων στους 0°C αύξησε το pH του χυμού. Η αύξηση αυτή ήταν της τάξης του 2% στο τέλος της 1^{ης} εβδομάδας ψυχοσυντήρησης, ενώ υπώθηκε επιπλέον 4% στο τέλος της 2^{ης} εβδομάδας ψυχοσυντήρησης. Οι αυξήσεις αυτές του pH βρέθηκαν τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους καρπούς που εμβάπτιστηκαν σε θερμό νερό (Πίν. 6). Παρόμοιες παρατηρήσεις που αναφέρθηκαν για τη φυσιολογική σημασία της αύξησης του pH του χυμού των νεκταρινιών ισχύουν και για τα ροδάκινα.

Η εμβάπτιση νεκταρινιών στο θερμό νερό είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθεί η ειδική αγωγιμότητα (δείκτης της διαρροής ηλεκτρολυτών του πλασμαλύμματος) κατά 13% σε σχέση με τους μάρτυρες, μετά από συντήρηση στους 0°C για 1 ή για 2 εβδομάδες (1^η και 2^η έξοδος) (Πίν. 7). Η ειδική αγωγιμότητα των κυττάρων των φρούτων αυξήθηκε με τη συντήρηση κατά 39% την 1^η εβδομάδα ψυχοσυντήρησης σε σχέση με την ειδική αγωγιμότητα πριν την είσοδο στο ψυγείο, ενώ αυξήθηκε επιπλέον 55% μετά την πάροδο μιας ακόμη εβδομάδας ψυχοσυντήρησης. Οι διαφορές αυτές βρέθηκαν τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους καρπούς που εμβάπτιστηκαν σε θερμό νερό και πιθανόν είναι αποτέλεσμα της σταδιακής ζημιάς των μεμβρανών από τις χαμηλές θερμοκρασίες (chilling injury) (Πίν. 7).

Η εμβάπτιση ροδάκινων στο θερμό νερό είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθεί κατά 16% η ειδική αγωγιμότητα των κυττάρων των καρπών, σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, μετά από ψυχοσυντήρηση 1 εβδομάδας, ενώ δεν τη μετέβαλε μετά την πάροδο 1 επιπλέον εβδομάδας συντήρησης στους 0°C (Πίν. 7). Η ειδική αγωγιμότητα αυξήθηκε κατά 117% μετά την παραμονή των φρούτων για 1 εβδομάδα στους 0°C, σε σχέση με την ειδική αγωγιμότητα που είχαν τα κύτταρα των καρπών πριν την είσοδό τους στο ψυγείο (Πίν. 7). Η αύξηση αυτή βρέθηκε τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους εμβάπτισμένους στο θερμό νερό καρπούς, ήταν όμως πιο έντονη για τους μάρτυρες. Μετά την πάροδο 1 επιπλέον εβδομάδας ψυχοσυντήρησης, η ειδική αγωγιμότητα διατηρήθηκε σχετικά υψηλή και για τις δυο μεταχειρίσεις (Πίν. 7).

Ο Woolf το 1997 παρατήρησε, σε αβοκάντο ποικ. Hass (ένα επίσης ευαίσθητο στο chilling φρούτο) που εμβάπτιστηκαν σε θερμό νερό 38°C για 0-

120 min και στη συνέχεια αποθηκεύτηκαν σε ψύξη για περισσότερες από 4 εβδομάδες, ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα των ιστών του φλοιού φρούτων που δέχτηκαν τη μεταχείριση με το θερμό νερό αυξήθηκε κατά 70% κατά την αποθήκευση, ενώ των καρπών που δεν δέχτηκαν τη μεταχείριση αυξήθηκε κατά 480%.

Η εμβάπτιση νεκταρινιών στο θερμό νερό δεν επηρέασε ουσιαστικά τη συνολική αγωγιμότητα (δείκτης των συνολικών μη δεσμευμένων ηλεκτρολυτών του κυττάρου) των καρπών, σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, κατά την παραμονή των φρούτων στους 0°C για 1 ή 2 εβδομάδες (Πίν. 7). Βέβαια, μετά την 1^η εβδομάδα ψυχοσυντήρησης η συνολική αγωγιμότητα ήταν υψηλότερη στους εμβαπτισμένους σε θερμό νερό καρπούς σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες. Η συνολική αγωγιμότητα των φρούτων μειώθηκε κατά 9% μετά από 1 εβδομάδα στους 0°C σε σχέση με τη συνολική αγωγιμότητα που είχαν οι καρποί πριν την είσοδό τους στο ψυγείο. Η μείωση αυτή βρέθηκε μόνο για τους μάρτυρες, ενώ η τιμή της παραμέτρου δεν επηρεάστηκε από τη 1 εβδομάδα ψυχοσυντήρησης για τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν στο θερμό νερό. Μετά από 1 επιπλέον εβδομάδα ψυχοσυντήρησης, η συνολική αγωγιμότητα μειώθηκε περαιτέρω 13% τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους εμβαπτισμένους καρπούς, η διαφορά όμως ήταν πιο έντονη για τους τελευταίους (Πίν. 7).

Η εμβάπτιση ροδάκινων στο θερμό νερό δεν επηρέασε ουσιαστικά τη συνολική αγωγιμότητα των κυττάρων των καρπών, σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες κατά την παραμονή των φρούτων στους 0°C για 1 ή 2 εβδομάδες (Πίν. 7). Η συνολική αγωγιμότητα για τους καρπούς μάρτυρες μειώθηκε κατά 8% μετά την παραμονή των καρπών για 1 εβδομάδα στους 0°C σε σχέση με τη συνολική αγωγιμότητα των κυττάρων πριν οι καρποί μπούνε στο ψυγείο. Ενώ για τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν στο θερμό νερό, η συνολική αγωγιμότητα δεν επηρεάστηκε από τη 1 εβδομάδα ψυχοσυντήρησης. Με την πάροδο 1 ακόμη εβδομάδας ψυχοσυντήρησης, η συνολική αγωγιμότητα αυξήθηκε κατά 16% για τους μάρτυρες, ενώ μειώθηκε κατά 8% για τους εμβαπτισμένους καρπούς (Πίν. 7).

Η εμβάπτιση τόσο νεκταρινιών όσο και ροδάκινων στο θερμό νερό δεν επηρέασε τα συνολικά φαινοτικά του χυμού των καρπών, σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες, σε καμία από τις δυο εξόδους των φρούτων από το

ψυγείο (Πίν. 8). Για τα νεκταρίνια, τα συνολικά φαινολικά του χυμού δεν τροποποιήθηκαν σημαντικά μετά από 1 ή 2 εβδομάδες συντήρησης των καρπών στους 0°C (Πίν. 8).

Στα ροδάκινα, τα συνολικά φαινολικά αυξήθηκαν κατά 61% μετά από 1 εβδομάδα συντήρησης στους 0°C σε σχέση με τη συγκέντρωση των συνολικών φαινολικά που είχαν οι καρποί πριν τοποθετηθούν στην ψύξη. Η αύξηση αυτή βρέθηκε και για τους μάρτυρες και για τους εμβαπτισμένους στο θερμό νερό καρπούς (Πίν. 8). Με την πάροδο 1 ακόμα εβδομάδας ψυχοσυντήρησης, τα συνολικά φαινολικά μειώθηκαν κατά 30% σε σχέση με τα φαινολικά κατά την 1^η έξοδο των φρούτων από το ψυγείο. Η μείωση αυτή βρέθηκε τόσο για τους μάρτυρες όσο και για τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν σε θερμό νερό, ήταν όμως πιο έντονη για τους μάρτυρες και είχε σαν αποτέλεσμα την επαναφορά των επιπέδων των συνολικών φαινολικών σε παρόμοιες τιμές με αυτές κατά την είσοδο των φρούτων στο ψυγείο (Πίν. 8).

Η εμβάπτιση νεκταρινιών σε θερμό νερό είχε θετική επίδραση στη διατήρηση των καρπών στη συσκευασία Τ.Α, αφού είχε σαν αποτέλεσμα να μην παρατηρηθεί κανένας σάπιος καρπός σε σύνολο 84 καρπών, τόσο μετά από 1 εβδομάδα, όσο και μετά από 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης, ενώ στους καρπούς μάρτυρες παρατηρήθηκαν 2 σάπιοι καρποί σε σύνολο 84, δηλαδή παρατηρήθηκε ελάχιστη απώλεια λόγω σήψεων (2,4%). Οι 2 καρποί που σάπισαν δεν είχαν εμβαπτιστεί σε μυκητοκτόνο και ο ένας σάπισε κατά την 1^η εβδομάδα ψυχοσυντήρησης (με διάμετρο σαπίσματος 1,7cm), ενώ ο δεύτερος κατά τη 2η εβδομάδα (με διάμετρο σαπίσματος 1cm) (Πίν. 9). Επομένως, διάρκεια συντήρησης έως 2 εβδομάδες δεν φάνηκε να επιδρά σε απώλειες νεκταρινιών από σήψεις.

Η εμβάπτιση ροδάκινων σε θερμό νερό είχε θετική επίδραση στη διατήρηση των καρπών στις συσκευασίες Τ.Α, αφού παρατηρήθηκαν μόνο 2 σάπιοι καρποί σε σύνολο 84 καρπών, ενώ από τους καρπούς μάρτυρες παρατηρήθηκαν 6 σάπιοι καρποί σε σύνολο 84, δηλαδή 4,7% υψηλότερη εμφάνιση σήψεων σε σχέση με τους καρπούς που δέχτηκαν εμβάπτιση σε θερμό νερό (Πίν. 9).

Μετά από συντήρηση ροδάκινων για 1 εβδομάδα στους 0°C σε συσκευασίες Τ.Α, παρατηρήθηκαν 4 καρποί σάπιοι σε σύνολο 84 καρπών.

Μετά από συντήρηση ροδάκινων για 2 εβδομάδες στους 0°C σε συσκευασίες Τ.Α, παρατηρήθηκαν επιπλέον 4 καρποί σάπιοι, δηλαδή, όπως και στα νεκταρίνια, η διάρκεια ψυχοσυντήρησης δεν φάνηκε να επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης σήψεων στους καρπούς (Πίν. 9).

Στα νεκταρίνια, η χρήση του μυκητοκτόνου (Captan 6g.L⁻¹) φάνηκε να είναι αποτελεσματική αφού δεν σάπισε κανένας από τους 112 καρπούς στους οποίους χρησιμοποιήθηκε, ενώ από τους 56 καρπούς που δεν εμβαπτίστηκαν σε μυκητοκτόνο, παρατηρήθηκαν 2 σάπιοι (δηλαδή το 3,6%). Οι 2 καρποί που σάπισαν δεν υπέστησαν τη μεταχείριση με το θερμό νερό (Πίν. 9). Στα ροδάκινα τα αποτελέσματα είναι λίγο διαφορετικά. Από τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν στο μυκητοκτόνο παρατηρήθηκαν 5 σάπιοι επί συνόλου 112 (δηλαδή το 4,5%). Από αυτούς, οι 4 ήταν καρποί μάρτυρες και ο 1 καρπός που δέχτηκε μεταχείριση με θερμό νερό. Ενώ από τους καρπούς που δεν εμβαπτίστηκαν στο μυκητοκτόνο, παρατηρήθηκαν 3 σάπιοι επί συνόλου 56 (5,4%). Οι 2 ήταν καρποί μάρτυρες και ο 1 καρπός που δέχτηκε μεταχείριση με θερμό νερό. Επίσης, οι διάμετροι των σήψεων ήταν πολύ μεγαλύτερες στους καρπούς που δεν εμβαπτίστηκαν σε μυκητοκτόνο σε σχέση με τους καρπούς που εμβαπτίστηκαν σε αυτό. Ο μέσος όρος διαμέτρου των σήψεων στους εμβαπτισμένους στο μυκητοκτόνο καρπούς ήταν 1,2 cm, ενώ στους μη εμβαπτισμένους ήταν 3,5 cm (Πίν. 9).

Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι τα αποτελέσματά μας είναι από περιορισμένο αριθμό καρπών οι οποίοι παρουσίασαν τυχαία σήψεις. Ενδελεχής μελέτη θα περιελάμβανε και μεγαλύτερο αριθμό καρπών και εργαστηριακές επιμολύνσεις με κατάλληλα σκευάσματα μυκήτων. Αλλά, η ανάπτυξη σήψεων στο παρόν πείραμα ήταν δευτερεύων σκοπός καθώς το κύριο αντικείμενο της εργασίας ήταν η επίδραση του θερμού νερού στην ωρίμανση των ροδάκινων και νεκταρινιών.

Βέβαια, καθώς οι καρποί ήταν σχετικά ώριμοι και δεν είχαν προηγηθεί προσυλλεκτικοί ψεκασμοί μυκητοκτόνων, υπήρχε κίνδυνος εκτεταμένης ζημιάς από σήψεις στους συντηρούμενους καρπούς. Έτσι, το Captan χρησιμοποιήθηκε για τη μετασυλλεκτική καταπολέμηση τυχόν μυκητολογικών ασθενειών, ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα αποτελέσματα στις μετρήσεις αερίων της Τ.Α είναι συνέπεια αποκλειστικά και μόνο της αναπνοής των καρπών και όχι της αναπνευστικής δραστηριότητας κάποιων μυκήτων.

Πίν. 1. Συγκέντρωση O₂ και CO₂ (%) στην αέρια φάση της συσκευασίας T.A νεκταρινιών και ροδάκινων μετά από εμφάνισή τους ή όχι σε νερό 46°C για 25 min, συντήρησή τους στους 0°C για 1 ή 2 εβδ. (1^η, 2^η έξοδος αντίστοιχα) και 0,5 h μετά την έξοδό τους από την ψυχοσυντήρηση.

		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
0,5 h μετά την έξοδο	Έξοδος	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %
Μάρτυρες	1 ^η	16,6	3,9	17,7	2,9
	2 ^η	17,2	3,8	17,7	3,0
Νερό 46°C/25 min	1 ^η	15,7	4,2	18,2	2,4
	2 ^η	17,1	3,7	19,3	1,7
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		NS	NS	*	**
Χρόνος		*	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		1,34	0,98	1,24	0,83

Πίν. 2. Συγκέντρωση O₂ και CO₂ (%) στην αέρια φάση της συσκευασίας T.A νεκταρινιών και ροδάκινων μετά από εμφάνισή τους ή όχι σε νερό 46°C για 25 min, συντήρησή τους στους 0°C για 1 ή 2 εβδ. (1^η, 2^η έξοδος αντίστοιχα) και 2,5 h μετά την έξοδό τους από την ψυχοσυντήρηση.

		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
2,5 h μετά την έξοδο	Έξοδος	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %
Μάρτυρες	1 ^η	16,1	4,8	17,4	3,6
	2 ^η	16,1	4,9	16,7	4,0
Νερό 46°C/25 min	1 ^η	15,4	5,1	17,6	3,1
	2 ^η	15,7	5,0	18,3	2,5
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		NS	NS	*	**
Χρόνος		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		1,42	1,14	1,05	0,87

Πίν. 3. Συγκέντρωση O ₂ και CO ₂ (%) στην αέρια φάση της συσκευασίας T.A νεκταρινιών και ροδάκινων μετά από εμφάνισή τους ή όχι σε νερό 46°C για 25 min, συντήρησή τους στους 0°C για 1 ή 2 εβδ. (1 ^η , 2 ^η έξοδος αντίστοιχα) και 9,5 h μετά την έξοδό τους από την ψυχοσυντήρηση.					
		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
9,5 h μετά την έξοδο	Έξοδος	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %
Μάρτυρες	1 ^η	5,20	13,7	3,28	14,4
	2 ^η	4,88	14,1	8,58	9,9
Νερό 46°C/25 min	1 ^η	4,85	13,3	5,35	12,3
	2 ^η	3,75	14,0	12,00	7,2
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		NS	NS	**	*
Χρόνος		NS	NS	***	***
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		2,42	2,02	2,68	2,41

Πίν. 4. Επίδραση της εμφάνισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στις απώλειες βάρους κατά τη συντήρησή τους στους 0°C και T.A για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι (1 ^η και 2 ^η έξοδος αντίστοιχα).			
		Νεκταρίνια	Ροδάκινα
	Έξοδος	Απώλειες βάρους (%)	Απώλειες βάρους (%)
Μάρτυρες	1 ^η	1,79	3,92
	2 ^η	1,94	3,60
Νερό 46°C/25 min	1 ^η	1,01	2,86
	2 ^η	1,49	2,81
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση		NS	NS
Χρόνος		NS	NS
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		0,94	2,09

Πίν. 5. Επίδραση της εμβάπτισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στη σκληρότητα σάρκας τους και στα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού τους μετά από συντήρηση στους 0°C και Τ.Α για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι.					
		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
Μεταχείριση	Συντήρηση (εβδομάδες)	Σκληρότ.σάρκας (kg F)	Δ.Σ.Σ (%)	Σκληρότ.σάρκας (kg F)	Δ.Σ.Σ (%)
Μάρτυρες	0	3,44	13,9	4,23	15,3
	1	2,40	13,7	2,14	15,9
	2	2,24	13,7	1,77	15,4
Νερό 46°C/25 min	0	3,44	13,9	4,23	15,3
	1	2,83	13,7	2,74	15,6
	2	2,85	13,8	1,97	15,4
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		*	NS	NS	NS
Χρόνος		***	NS	***	NS
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ.χρόνος		0,56	0,5	0,47	0,6

Πίν. 6. Επίδραση της εμβάπτισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στην οξύτητα και στο pH του χυμού τους μετά από συντήρηση στους 0°C και Τ.Α για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι.					
		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
Μεταχείριση	Συντήρηση (εβδομάδες)	Οξύτητα (g οξέος/100 mL)	pH	Οξύτητα (g οξέος/100 mL)	pH
Μάρτυρες	0	0,614	3,52	0,229	4,3
	1	0,536	3,54	0,328	4,4
	2	0,813	3,63	0,299	4,52
Νερό 46°C/25 min	0	0,614	3,52	0,229	4,3
	1	0,509	3,55	0,325	4,37
	2	0,755	3,68	0,281	4,6
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
Χρόνος		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ.χρόνος		0,056	0,049	0,031	0,074

Πίν. 7. Επίδραση της εμβάπτισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στην ειδική και συνολική αγωγιμότητα των κυττάρων τους μετά από συντήρηση στους 0°C και T.A για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι.

		Νεκταρίνια		Ροδάκινα	
Μεταχείριση	Συντήρηση (εβδομάδες)	Ειδ. αγωγιμότητα	Συν. Αγωγιμότητα (μS.cm ⁻¹)	Ειδ. αγωγιμότητα	Συν. Αγωγιμότητα (μS.cm ⁻¹)
Μάρτυρες	0	0,243	770	0,223	615
	1	0,376	705	0,526	564
	2	0,562	629	0,436	652
Νερό 46°C/25 min	0	0,243	770	0,223	615
	1	0,299	758	0,443	624
	2	0,486	645	0,466	572
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση		***	NS	NS	NS
Χρόνος		***	***	***	NS
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		0,04	42,8	0,058	29,9

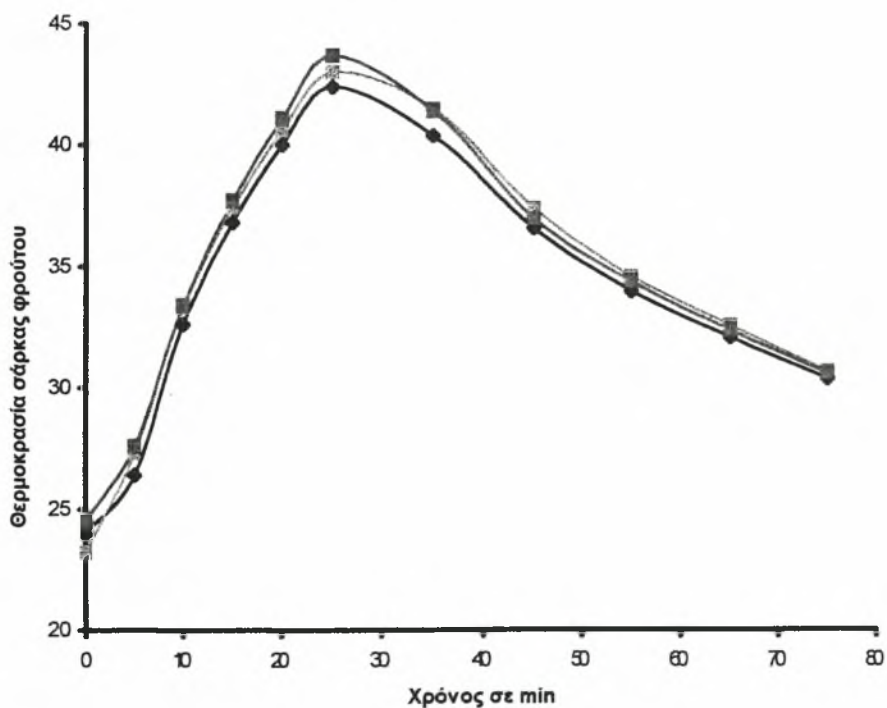
Πίν. 8. Επίδραση της εμβάπτισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στα συνολικά φαινολικά του χυμού τους μετά από συντήρηση στους 0°C και T.A για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι.

		Νεκταρίνια	Ροδάκινα
Μεταχείριση	Συντήρηση (εβδομάδες)	Φαινολικά (g gallic/100 mL)	Φαινολικά (g gallic/100 mL)
Μάρτυρες	0	0,475	0,241
	1	0,395	0,377
	2	0,409	0,258
Νερό 46°C/25 min	0	0,475	0,241
	1	0,443	0,396
	2	0,480	0,285
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση		NS	NS
Χρόνος		NS	***
ΕΣΔ _{0,05} μεταχ. χρόνος		0,088	0,044

Πίν. 9. Επίδραση της χρήσης μυκητοκτόνου (Captan 6g.L⁻¹) και της εμφάπτισης σε νερό 46°C για 25 min νεκταρινιών και ροδάκινων στην εμφάνιση σήψεων μετά από συντήρηση στους 0°C και Τ.Α για 1 ή 2 εβδ. συν 1 ημέρα ζωή στο ράφι

		Νεκταρίνια	Ροδάκινα
Μεταχείριση	Συντήρηση (εβδομάδες)	Αριθμός σάπιων καρπών	Αριθμός σάπιων καρπών
Μάρτυρες	1 ^η εβδ.	1 στους 14 1,7cm	1 στους 14 4cm
	2 ^η εβδ.	1 στους 14 1cm	1 στους 14 2,5cm
Μάρτυρ. με Μυκ/νο	1 ^η εβδ.	0 στους 28	2 στους 28 3 και 1cm
	2 ^η εβδ.	0 στους 28	2 στους 28 0,5 και 2cm
Νερό 46°C/25 min	1 ^η εβδ.	0 στους 14	1 στους 14 4cm
	2 ^η εβδ.	0 στους 14	0 στους 14
Νερό 46°C/25 min με Μυκητοκτόνο	1 ^η εβδ.	0 στους 28	0 στους 28
	2 ^η εβδ.	0 στους 28	1 στους 28 0,3cm

Σχεδ.1. Θερμοκρασία της σάρκας του φρούτου κατά τη διάρκεια και μετά τη θέρμανση με νερό 46 C



ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η πλαστική σακούλα που χρησιμοποιήθηκε για τις ατομικές συσκευασίες των ροδάκινων και νεκταρινιών στο πείραμα ήταν σχετικά υψηλής περατότητας (πάχος περίπου 35–45 μ). Μισή ώρα μετά την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο, οι μετρήσεις αερίων που έγιναν έδειξαν ότι η σακούλα (χωρητικότητας 1L περίπου) περιείχε 3,2% CO_2 και 17,4% O_2 . Ο ρυθμός αναπνοής για τα ροδάκινα και νεκταρίνια είναι περίπου $2\text{--}3\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ CO_2 στους 0°C (Crisosto et al, 2002). Η θερμοκρασία μέσα στο ψυγείο ήταν $0\text{--}1^\circ\text{C}$ και η περιεκτικότητα των συσκευασιών σε CO_2 ήταν 1–2%. Κάθε συσκευασία περιείχε περίπου 770 g φρούτων (μέσο όρο). Με τα δεδομένα αυτά υπολογίζεται ότι σε 1 εβδομάδα θα έπρεπε να είχαν παραχθεί περίπου 380 mL CO_2 και σε 2 εβδομάδες τα διπλάσια, τα οποία βέβαια χάνονται στην ατμόσφαιρα του ψυγείου, μέσω των πόρων της πλαστικής μεμβράνης, ενώ μέσα σε αυτή μετρήθηκαν περίπου 32 mL CO_2 τόσο μετά από 1 όσο και μετά από 2 εβδομάδες ψυχοσυντήρησης. Το γεγονός ότι ο χρόνος ψυχοσυντήρησης δεν μετέβαλε τις συγκεντρώσεις αερίων μέσα στις πλαστικές σακούλες (με επίπεδα $\text{CO}_2 < 4\%$), μπορεί να σημαίνει είτε ότι η συγκέντρωση του CO_2 ήταν ικανή να μειώσει την αναπνοή (πράγμα μάλλον αδύνατο γιατί ήταν πολύ χαμηλή σχετικά) ή ότι η περατότητα της μεμβράνης ήταν ίση με όποια συγκέντρωση CO_2 μεγαλύτερη ή ίση με 3–4%. Είναι επομένως ασφαλές να συμπεράνουμε ότι η περατότητα της μεμβράνης ήταν σχετικά υψηλή και τα επίπεδα CO_2 και O_2 μέσα σε αυτή όχι τόσο υψηλά για να μειώσουν έντονα την αναπνοή και το ρυθμό ωρίμανσης. Επομένως οι μεμβράνες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν κατάλληλες για χρήση κατά τις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις, όπου τυχόν περιοδικές αυξήσεις της θερμοκρασίας προκαλούν μεγάλες αυξήσεις της συγκέντρωσης του CO_2 . Σε νεκταρίνια ποικιλίας Fantasia που συσκευάστηκαν σε πλαστική μεμβράνη παρόμοιου πάχους (35 μ), οι μετρήσεις μετά από 5 μέρες ψυχοσυντήρησης έδειξαν περιεκτικότητα O_2 18,5% και CO_2 0,5% και μετά από 10 μέρες ψυχοσυντήρησης 11% O_2 και σχεδόν 0% CO_2 , ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε μεμβράνη πιο μεγάλου πάχους (χαμηλής περατότητας, 70 μ), μετά από 5 μέρες ψυχοσυντήρησης οι συγκεντρώσεις αερίων ήταν 5,2% O_2 και 9,5% CO_2 και μετά από 10 μέρες ψυχοσυντήρησης 2,5% O_2 και

8% CO₂ (Retamales et al, 1997). Δηλαδή όσο πιο μεγάλη είναι η περατότητα της μεμβράνης συσκευασίας, τόσο μικρότερη είναι η τροποποίηση του αέρα μέσα σε αυτή κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης.

Μετά από 2,5 ώρες από την έξοδο των φρούτων μας από το ψυγείο και τη μεταφορά τους σε θερμοκρασία 22°C, η συγκέντρωση CO₂ μέσα στις σακούλες ήταν περίπου 4,1%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η παροχή της αντλίας του μετρητή ήταν 0,5 L.h⁻¹ και ότι ο ρυθμός αναπνοής για τα ροδάκινα και νεκταρίνια είναι περίπου 50 mL.kg⁻¹.h⁻¹ CO₂ στους 20°C (Crisosto et al, 2002), θα έπρεπε να είχαν παραχθεί 77mL CO₂ μέσα σε 2 ώρες από την 1^η μέτρηση, ενώ η 2^η μέτρηση έδειξε ότι παράχθηκαν 5.5mL. Δηλαδή, χάθηκαν στην ατμόσφαιρα του δωματίου 71.5 mL CO₂. Αυτό μπορεί να συνέβηκε είτε γιατί η περατότητα της μεμβράνης αυξήθηκε λόγω της υψηλής θερμοκρασίας, είτε επειδή η διαφορά συγκέντρωσης CO₂ μέσα και έξω από τη μεμβράνη είναι πολύ μεγάλη (4,1% και 0,03%, αντίστοιχα). Η διαλυτότητα και η διάχυση των απλών αερίων σε μεμβράνες πολυαιθυλενίου είναι σταθερές σε μια ορισμένη θερμοκρασία, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωση. Με αύξηση της θερμοκρασίας ο συντελεστής διάχυσης αυξάνεται αλλά η διαλυτοποίηση μειώνεται, με αποτέλεσμα η διαπερατότητα να εμφανίζει αύξηση ή μείωση με τη θερμοκρασία (Kumar and Gupta, 1998).

Μετά από 9,5 ώρες από την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο στους 22°C, τα επίπεδα CO₂ ήταν πολύ υψηλά και του O₂ πολύ χαμηλά και συνεπώς δημιουργήθηκαν συνθήκες ανοξίας για τα φρούτα. Για το λόγο αυτό, ο καταναλωτής πρέπει να ανοίγει τη σακούλα συσκευασίας αν περάσουν 10 ώρες από τη μεταφορά του προϊόντος από το ψυγείο σε θερμοκρασία δωματίου. Βέβαια, από τα αποτελέσματα T.A στα ροδάκινα είναι πιθανό ότι η εμβάπτιση σε θερμό νερό μπορεί να μειώσει το ρυθμό αναπνοής των καρπών και επομένως και το επίπεδο CO₂ στις συσκευασίες.

Σε ροδάκινα ποικιλίας 'Snow King' που τοποθετήθηκαν στους 0°C για 5 μέρες και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν υπό συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (5% CO₂ και 3% O₂) στους 0°C πάλι, για 18 μέρες, ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου την 1^η μέρα σε θερμοκρασία δωματίου (20°C) μετά από την ψυχοσυντήρηση ήταν 0,05 nmol.g⁻¹.h⁻¹ (ή 1,4 μL.kg⁻¹.h⁻¹) και αυξήθηκε σχεδόν στο διπλάσιο έως τη δεύτερη μέρα. Από εκεί και μετά παρέμεινε σταθερός έως και την 5^η μέρα και στη συνέχεια αυξήθηκε πολύ

(Garner et al, 2001). Τα ροδάκινα και τα νεκταρίνια είναι φρούτα με υψηλό ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου. Σύμφωνα με τους Crisosto et al (2002) ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου από 5 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ που είναι στους 0°C, στους 20°C γίνεται περίπου 140 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. Επομένως, σε μια εβδομάδα συντήρησης των φρούτων του παρόντος πειράματος στο ψυγείο πρέπει να παράχθηκαν σε κάθε συσκευασία (770g) περίπου 647 μL αιθυλενίου και σε 2 εβδομάδες τα διπλάσια. Σύμφωνα με τον Σφακιωτάκη (1995), το αιθυλένιο είναι φυσιολογικώς ενεργό σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<0,1 $\mu\text{L}/\text{L}$) και η παρουσία του στους χώρους συντήρησης ευθύνεται κατά ένα μεγάλο μέρος για τη φυσιολογική φθορά των οπωροκηπευτικών προϊόντων. Βέβαια, η μεγάλη περατότητα των μεμβρανών πιθανότατα εμπόδισε τη συσσώρευση του αερίου μέσα στη συσκευασία. Σύμφωνα με τους Brecht and Kader (1989) η συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες σχεδόν μηδενίζει την παραγωγή αιθυλενίου και μετά την έξοδο των ροδάκινων από το ψυγείο η παραγωγή αιθυλενίου έχει μειωθεί πάρα πολύ.

Η μεταχείριση των καρπών με θερμό νερό δεν προκάλεσε διαφορές σε ότι αφορά την απώλεια βάρους τους (κύρια νερό), άρα το θερμό νερό δεν προκαλεί τροποποιήσεις στην εφυμενίδα και επιδερμίδα των καρπών ώστε να έχουμε αύξηση των απωλειών βάρους κατά τη συντήρηση. Το ίδιο συμπέρασμα προέκυψε και από πειράματα σε καρπούς παπάγιας, όπου μετρήσεις έγιναν 1, 3 και 5 μέρες μετά από εμβάπτισή τους σε θερμό νερό 42°C για 30 min και σε 48°C για άλλα 20 min (Kodikara et al, 1996).

Ο χρόνος συντήρησης επίσης δεν επηρέασε τις απώλειες βάρους των καρπών στο πείραμά μας, δηλαδή, μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} εβδομάδας ψυχοσυντήρησης, οι απώλειες βάρους για τα φρούτα ήταν μηδαμινές. Επομένως, φαίνεται ότι οι καρποί με την είσοδό τους στο ψυγείο και κατά τις πρώτες ημέρες συντήρησης σε Τ.Α έχουν και τις υψηλότερες απώλειες βάρους. Το μέγεθος των απωλειών στο συνολικό χρόνο ψυχοσυντήρησης ήταν ελάχιστο για τα νεκταρίνια, αρκετό όμως για τα ροδάκινα, της τάξης του 3.3% (οικονομικά σημαντικό). Σε πείραμα με ροδάκινα σε διάφορα στάδια ωριμότητας που συντηρήθηκαν στους 0°C και 80-90% σχετική υγρασία για περισσότερες από 8 εβδομάδες βρέθηκε ότι το βάρος των καρπών μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης, με ποσοστό απωλειών 3.5% (διπλάσιο από αυτό που μετρήθηκε στο παρόν πείραμα καθώς εμείς

συντηρήσαμε σε T.A) ανά εβδομάδα ψυχοσυντήρησης (Robertson et al, 1990). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα ροδάκινα έχουν επιδερμικές τρίχες από το σπάσιμο των οποίων ανοίγουν οπές από όπου νερό εύκολα μπορεί να χάνεται με διαπνοή. Αντίθετα, στα νεκταρίνια το κερί στα επιδερμικά στρώματα είναι περισσότερο και πιο ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιδερμίδα του φρούτου, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση απωλειών νερού.

Τα επίπεδα των διαλυτών στερεών συστατικών ήταν πολύ υψηλά (13,8% στα νεκταρίνια και 15,5% στα ροδάκινα), που σημαίνει ότι η ποιότητα ήταν άριστη οργανοληπτικά. Η μεταχείριση με θερμό νερό δεν προκάλεσε καμία μεταβολή στη συγκέντρωση των Δ.Σ.Σ. Το ίδιο συμπέρασμα προέκυψε και από πειράματα σε καρπούς παπάγιας, από μετρήσεις που έγιναν 1, 3 και 5 μέρες μετά από εμβάπτισή τους σε θερμό νερό 42°C για 30 min και σε 48°C για άλλα 20 min (Kodikara et al, 1996). Ο χρόνος ψυχοσυντήρησης επίσης δεν προκάλεσε καμία μεταβολή στη συγκέντρωση των Δ.Σ.Σ., διότι τα ροδάκινα και νεκταρίνια δεν περιέχουν σημαντικές ποσότητες αμύλου σε αυτό το στάδιο ωρίμανσης (αρκετά ώριμα), το οποίο θα μπορούσε να μετατραπεί σε σάκχαρο, με την περαιτέρω ωρίμανση του φρούτου. Σημαντικές ποσότητες σακχάρων καταναλώνονται κατά την αναπνοή των καρπών, της οποίας η δραστηριότητα ήταν μειωμένη λόγω της ψύξης και των συνθηκών τροποποιημένης ατμόσφαιρας και υψηλής σχετικής υγρασίας μέσα στις σακούλες πολυαιθυλενίου, γι' αυτό τα επίπεδα σακχάρων παρέμειναν πολύ υψηλά. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί με ροδάκινα ποικιλίας 'Snow King' που συγκομίστηκαν με συγκέντρωση ΔΣΣ 11,5% και τοποθετήθηκαν στους 0°C για 5 μέρες, η συγκέντρωση των ΔΣΣ αυξήθηκε στο 13,5% και στη συνέχεια, όταν αυτά μεταφέρθηκαν σε συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (5% CO₂ και 3% O₂) στους 0°C πάλι, για 18 μέρες, η συγκέντρωση των ΔΣΣ παρέμεινε σταθερή (Garner et al, 2001).

Στο ίδιο πείραμα, τα ροδάκινα συγκομίστηκαν με σκληρότητα σάρκας περίπου 5,3 kgF και έπειτα από 5 μέρες στους 0°C και 18 μέρες στους 0°C και σε συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (5% CO₂ και 3% O₂), η σκληρότητα σάρκας παρέμεινε σχεδόν σταθερή (5,1 kgF). Μετά από 2 μέρες ωρίμανσης στους 20°C η σκληρότητα σάρκας έπεσε στο κριτικό σημείο 2,7 kgF, κάτω από το οποίο το ροδάκινο γίνεται ευαίσθητο κατά τους

μετασυλλεκτικούς χειρισμούς, ενώ όταν φτάσει 1,3 kgF τότε είναι στο καταλληλότερο στάδιο για κατανάλωση (Garner et al, 2001). Στο πείραμα στο οποίο αναφέρεται η παρούσα εργασία, τα νεκταρίνια συγκομίστηκαν με σκληρότητα σάρκας 3,4 kgF και τα ροδάκινα 4,2 kgF και μετά από 14 μέρες συντήρησης στους 0°C σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (3%CO₂ και 17,8%O₂) και 1 μέρα στους 20°C, η σκληρότητα σάρκας διατηρήθηκε στα νεκταρίνια σε ικανοποιητικά επίπεδα (2,5kgF), ενώ στα ροδάκινα έπεσε κάτω από 2 kgF, παρόλο αυτά όμως ήταν κατάλληλα για κατανάλωση αφού δεν έπεσαν κάτω από 1,3 kgF. Σε νεκταρίνια ποικιλίας Fantasia που συγκομίστηκαν με σκληρότητα σάρκας 5,25 kgF και συσκευάστηκαν σε πλαστική μεμβράνη παρόμοιου πάχους (35 μ), οι μετρήσεις μετά από 20 μέρες ψυχοσυντήρησης δεν έδειξαν ουσιαστική μεταβολή της σκληρότητας σάρκας, ενώ μετά από 5 μέρες σε θερμοκρασία δωματίου για ωρίμανση και ανοιχτές συσκευασίες η σκληρότητα σάρκας έπεσε στο 1 kgF. Όταν όμως χρησιμοποιήθηκε μεμβράνη μεγαλύτερου πάχους (μικρής περατότητας) (70μ) κατά τη συντήρηση, η σκληρότητα σάρκας στη θερμοκρασία δωματίου (με ανοιχτή συσκευασία) παρέμεινε σε ικανοποιητικά επίπεδα (2 kgF) (Retamales et al, 1997). Στο πείραμά μας, η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε κατά την ψυχοσυντήρηση, ενώ η μεταχείριση με θερμό νερό δεν έδειξε να την επηρεάζει στα ροδάκινα, ενώ στα νεκταρίνια είχε θετικό αποτέλεσμα αφού οι καρποί που εμβαπτίστηκαν σε αυτό είχαν κάπως πιο σκληρή σάρκα σε σχέση με τους καρπούς μάρτυρες. Αντίθετα, καρποί ανανά που συντηρήθηκαν στους 15°C και 80-85% σχετική υγρασία για 3 εβδομάδες, αφού πρώτα εμβαπτίστηκαν σε νερό θερμοκρασίας 55°C για 10 min, μαλάκωσαν πιο γρήγορα από μη θερμανθέντες καρπούς (Selvarajah et al, 1998).

Κατά γενικό κανόνα, η οξύτητα του χυμού των φρούτων μειώνεται και το pH αυξάνεται με το χρόνο συντήρησης. Σε πείραμα με ροδάκινα σε διάφορα στάδια ωριμότητας που συντηρήθηκαν στους 0°C και 80-90% σχετική υγρασία για περισσότερες από 8 εβδομάδες βρέθηκε ότι η οξύτητα του χυμού τους μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης και ο λόγος ΔΣΣ / οξέα αυξήθηκε σημαντικά. Επίσης όσο πιο ώριμος είναι ο καρπός, τόσο μικρότερη είναι η οξύτητα και μεγαλύτερος ο λόγος ΔΣΣ / οξύτητα (Robertson et al, 1990). Στο πείραμά μας όμως, μη αναμενόμενα, παρόλο που το pH αυξήθηκε ελάχιστα με τη διάρκεια ψυχοσυντήρησης, η

οξύτητα όχι μόνο δεν μειώθηκε αλλά αυξήθηκε σημαντικά. Αυτό συμβαίνει ίσως λόγω της συσσώρευσης CO_2 στους μεσοκυττάριους χώρους των καρπών που βρίσκονται μέσα στην πλαστική σακούλα, το οποίο διαλύεται στο νερό και επαναδιασπάται σε HCO_3^- και H^+ οπότε αυξάνεται η συγκέντρωση H^+ και επομένως και η οξύτητα.

Τα ροδάκινα συγκομίστηκαν με οξύτητα 0,23% και μετά από 14 μέρες στους 0°C και 1 μέρα στους 20°C η οξύτητα βρέθηκε να είναι 0,28%. Στο πείραμα των Garner et al το 2001, τα ροδάκινα συγκομίστηκαν έχοντας οξύτητα χυμού 0,27% και μετά από 5 μέρες στους 0°C και άλλες 18 μέρες στους 0°C υπό ελεγχόμενες συνθήκες μεταφοράς, έπεσε στο 0,21%. Στο ίδιο πείραμα ο λόγος $\Delta\Sigma$ /οξύτητα από 42,6 που ήταν στη συγκομιδή αυξήθηκε σε 63,6, ενώ στα ροδάκινα του πειράματός μας ο λόγος αυτός μειώθηκε από 66,5 που ήταν στη συγκομιδή σε 53,1. Παρατηρούμε όμως ότι ήταν πολύ μεγαλύτερος από αυτόν των νεκταρινιών (ο οποίος επίσης μειώθηκε από 22,6 σε 17,5), παρά το ότι συγκομίστηκαν σε παρόμοιο στάδιο ωριμότητας βάση σκληρότητας σάρκας. Αυτό είναι ένα αντικειμενικό κριτήριο εκτίμησης της ποιότητας και ταιριάζει με τη γευστική ποιότητα κατά την κατανάλωση ροδάκινων που ήταν πολύ καλύτερη σε σχέση με τη γευστική ποιότητα των νεκταρινιών (περιορισμένες δοκιμές επί τόπου στο εργαστήριο).

Η μεταχείριση με θερμό νερό δεν επηρέασε την οξύτητα και το pH του χυμού των νεκταρινιών και των ροδάκινων. Από πειράματα σε καρπούς παπάγιας και μετρήσεις που έγιναν 1, 3 και 5 μέρες μετά από εμβάπτισή τους σε θερμό νερό 42°C για 30 min και σε 48°C για άλλα 20 min, βρέθηκε ότι η μεταχείριση δεν άλλαξε την οξύτητα και το λόγο $\Delta\Sigma$ / οξέα του χυμού, αλλά αύξησε σημαντικά το pH του (Kodikara et al, 1996).

Η αύξηση της ειδικής αγωγιμότητας καθυστέρησε με τη μεταχείριση με θερμό νερό 46°C , άρα οι μεμβράνες διατηρήθηκαν πιο αρραγείς, πιο λειτουργικές και η ωρίμανση παρεμποδίστηκε, όπως άλλωστε φαίνεται και από τη σκληρότητα της σάρκας. Το ίδιο συμπέρασμα προέκυψε και από πειράματα σε καρπούς παπάγιας, από μετρήσεις που έγιναν 1, 3 και 5 μέρες μετά από εμβάπτισή τους σε θερμό νερό 42°C για 30 min και σε 48°C για άλλα 20 min, βρέθηκε δηλαδή ότι η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα μειώθηκε με τη μεταχείριση αυτή (Kodikara et al, 1996).

Η ειδική αγωγιμότητα αυξήθηκε με το χρόνο συντήρησης και πιθανόν αυτό να οφείλεται στην ωρίμανση (όπως φαίνεται και από τη μείωση της σκληρότητας σάρκας) ή αυτό καθ' αυτό στο σοκ της ψυχροσυντήρησης. Την 1^η εβδομάδα ψυχροσυντήρησης παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση της ειδικής αγωγιμότητας και σημαντική μείωση της σκληρότητας σάρκας, άρα είχαμε σημαντική ωρίμανση κατά την 1^η εβδομάδα. Κατά τη 2^η εβδομάδα ψυχροσυντήρησης η απώλεια σκληρότητας ελαχιστοποιήθηκε ενώ η ειδική αγωγιμότητα συνέχισε να αυξάνεται, πιθανόν λόγω αρχικών σταδίων εμφάνισης ζημιάς από chilling. Καρποί αβοκάντο συντηρήθηκαν σε κανονική και τροποποιημένη ατμόσφαιρα στους 4 και 6°C και μετά μεταφέρθηκαν στους 20°C. Η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα των καρπών που συντηρήθηκαν στους 6°C αυξήθηκε μετά από 19 και 33 μέρες σε κανονική και τροποποιημένη ατμόσφαιρα αντίστοιχα και η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε. Οι καρποί που συντηρήθηκαν στους 4°C παρέμειναν σκληροί, δείγμα ότι παρεμποδίστηκε η ωρίμανση, αλλά μαλάκωσαν κανονικά μετά τη μεταφορά τους στους 20°C, οπότε η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα αυξήθηκε και αργότερα μειώθηκε. Αυτό εξηγείται με μια αύξηση της απελευθέρωσης ιόντων λόγω βιοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση (Montoya et al, 1994).

Η μεταχείριση με θερμό νερό φαίνεται ότι καθυστέρησε τη μείωση της συνολικής αγωγιμότητας που παρατηρήθηκε με το χρόνο ψυχροσυντήρησης. Αυτό το αποτέλεσμα ήταν πιο καθαρό στα νεκταρίνια και σημαίνει αυξημένη δέσμευση ιόντων, άρα δαπάνη ενέργειας από τα κύτταρα για αναβολικές διεργασίες ή δέσμευση Ca στις πηκτίνες και, με το χρόνο, την εμφάνιση εσωτερικής κατάρρευσης (internal breakdown). Παρόμοιες εξηγήσεις δίνουν οι Taylor et al (1993) σε πείραμά τους με δαμάσκηνα ποικιλίας Songold που συντηρήθηκαν στους -0,5°C για πάνω από 50 μέρες μετά τη συγκομιδή τους και ενδιάμεσα κάθε 10 μέρες δείγματα μεταφέρονταν στους 15°C για 8 μέρες για ωρίμανση, με αξιολογήσεις κάθε 2 μέρες. Στα ροδάκινα η συνολική αγωγιμότητα δεν άλλαξε ομοιόμορφα και παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις με το χρόνο ψυχροσυντήρησης.

Η μεταχείριση με θερμό νερό προκαλώντας θερμική καταπόνηση, αναμένονταν να έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των συνολικών φαινολικών ενώσεων του χυμού των καρπών. Κάτι τέτοιο όμως δεν φάνηκε από τα

αποτελέσματα του πειράματος. Επίσης και ο χρόνος ψυχροσυντήρησης δεν έδειξε να έχει κάποια ουσιαστική επίδραση στη συγκέντρωση των συνολικών φαινολικών. Αυτό όμως που φαίνεται καθαρά από τις μετρήσεις είναι ότι ο χυμός των νεκταρινιών περιείχε πολύ περισσότερα φαινολικά (περίπου τα διπλάσια) από το χυμό των ροδάκινων. Ας σημειωθεί, ότι τα φαινολικά σχετίζονται με το εσωτερικό καφέτιασμα των πυρηνόκαρπων μετά από μακρόχρονη συντήρηση. Στα πειράματά μας όμως, η συντήρηση ήταν σύντομη και καφέτιασμα σάρκας από ζημιά chilling δεν έχει παρατηρηθεί στην Ελλάδα (Γ. Δ. Νάνος, αδημοσίευτα στοιχεία).

Καλοί δείκτες ζημιάς από τη μεταχείριση με το θερμό νερό μπορούν να θεωρηθούν η ειδική αγωγιμότητα και τα συνολικά φαινολικά, τα οποία δεν τροποποιήθηκαν αρνητικά λόγω μεταχείρισης κατά τη συντήρηση. Επίσης δεν παρατηρήθηκε οπτικά κάποια εξωτερική ζημιά στους καρπούς, άρα η μεταχείριση θερμού νερού δεν είναι ζημιογόνος για τα ροδάκινα και νεκταρίνια.

Καλοί δείκτες ζημιάς από τη μακρόχρονη ψυχροσυντήρηση (chilling) θεωρούνται η ειδική και η συνολική αγωγιμότητα. Η ειδική αγωγιμότητα αυξήθηκε με το χρόνο, γεγονός που δηλώνει μια δυσλειτουργία μεμβρανών αρχικά, αλλά υπήρξε παράλληλα δέσμευση ηλεκτρολυτών στις πηκτίνες του κυτταρικού τοιχώματος, γεγονός που φανερώνει η μείωση της συνολικής αγωγιμότητας με το χρόνο. Βέβαια, για τις ανωτέρω μεσοπρώιμες ποικιλίες και για διάρκεια συντήρησης έως 2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 0-1°C δεν αναμενόταν εμφάνιση ζημιάς από χαμηλές θερμοκρασίες (chilling).

Όσον αφορά τις σήψεις των καρπών, γενικά αυτές ήταν λίγες κατά τη διάρκεια της ψυχροσυντήρησης. Σε συνδυασμό με τον περιορισμένο αριθμό καρπών που μελετήθηκαν και με το συγκεκριμένο πειραματισμό, λίγα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν με ασφάλεια. Παρόλα αυτά κάποιες εμφανείς τάσεις βρέθηκαν. Έτσι, στα νεκταρίνια παρατηρήθηκαν λιγότερες σήψεις από ότι στα ροδάκινα, πιθανόν επειδή τα ροδάκινα έχουν χνούδι και περισσότερες οπές στο φλοιό, ήταν πιο μαλακά και περιείχαν λιγότερες φαινολικές ουσίες. Στους καρπούς και των 2 ποικιλιών που εμβαπτίστηκαν σε θερμό νερό παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικά λιγότερες σήψεις από ότι στους καρπούς μάρτυρες. Αυτή η μεταχείριση άλλωστε αποτελεί και μετασυλλεκτική μέθοδο παρεμπόδισης της ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών. Η χρήση

μυκητοκτόνου δεν φάνηκε ικανή να σταματήσει τις ελάχιστες σήψεις που παρατηρήθηκαν, πιθανόν και λόγω ανάπτυξης εθισμού των μυκήτων σε αυτό. Από τα αποτελέσματα φαίνεται (απαιτείται βέβαια περισσότερος πειραματισμός) ότι η χρήση μυκητοκτόνου δεν είναι απαραίτητη αν εφαρμοστεί μεταχείριση με θερμό νερό 46°C για 25 min και για 1 εβδομάδα συντήρηση στους 0-1°C σε συσκευασίες από μεμβράνη πολυαιθυλενίου ακόμη και αν οι συσκευασίες παραμείνουν μετά την ψυχροσυντήρηση στους 20-22°C για 1 μέρα.

Κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, που θα μπορούσαν να γίνουν και που απορρέουν από τη συζήτηση που προηγήθηκε, αναφέρονται στη συνέχεια. Θα ήταν πολύ χρήσιμη μια πιλοτική εφαρμογή στο επίπεδο συλλεκτικής ωριμότητας και με τη μετασυλλεκτική μεταχείριση που έγινε στην ανωτέρω μελέτη, σε εμπορικό επίπεδο, με σκοπό να διαπιστωθεί αν και πως η επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης ώριμων ροδάκινων και νεκταρινιών με τη μεταχείριση που εφαρμόστηκε είναι πρακτικά εφικτή. Ενδιαφέροντα και χρήσιμα αποτελέσματα θα έδινε, επίσης, μια ενδεδειγμένη μελέτη της επίδρασης της εμβάπτισης σε θερμό νερό στην ανάπτυξη ασθενειών, κάνοντας πρώτα επιμολύνσεις με γνωστούς παθογόνους μύκητες, ώστε να δοκιμασθεί η αποδοτικότητα της θερμικής καταπόνησης στον έλεγχο μυκήτων που προκαλούν τις σήψεις στα ροδάκινα και νεκταρίνια. Επίσης, σημαντικά στοιχεία θα προέκυπταν από έρευνα που μπορεί να γίνει στην επίδραση της εμβάπτισης σε θερμό νερό στην παραγωγή και δράση του αιθυλενίου. Τέλος, σε μοριακό επίπεδο, θα μπορούσε να μελετηθεί η παραγωγή heat shock πρωτεϊνών ή και άλλων novel πρωτεϊνών, η ταυτοποίησή τους και ο ρόλος τους στην εξέλιξη της ωρίμανσης και αντοχής στις σήψεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ωρίμανση των καρπών κατά τη συντήρηση στους 0-1°C συνεχίστηκε (βάσει της αύξησης της ειδικής αγωγιμότητας και των απωλειών σκληρότητας της σάρκας) και στις 2 ποικιλίες που μελετήθηκαν, κύρια όμως κατά την 1^η εβδομάδα συντήρησης. Ο χρόνος συντήρησης δεν τροποποίησε το ρυθμό αναπνοής ώστε να τροποποιηθεί το περιβάλλον συντήρησης των καρπών μέσα στις σακούλες.

Η χρήση μέσων για δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (χρήση της συγκεκριμένης μεμβράνης πολυαιθυλενίου) δεν τροποποίησε τις συγκεντρώσεις O₂ και CO₂ σε βαθμό τέτοιο ώστε να επηρεάσει το ρυθμό αναπνοής, αλλά ήταν αποτελεσματική για μεταχείριση σχετικά ώριμων καρπών σε οικογενειακές συσκευασίες, για μείωση των απωλειών νερού και για διατήρηση της σκληρότητας σάρκας σε ικανοποιητικά επίπεδα, ιδιαίτερα μέχρι 1 εβδομάδα συντήρησης.

Η εμβάπτιση των καρπών σε θερμό νερό δεν προκάλεσε ζημιά στους καρπούς και μείωσε το ρυθμό ωρίμανσης (μειώνοντας την απώλεια σκληρότητας σάρκας και διατηρώντας την ειδική αγωγιμότητα χαμηλά) και στις 2 ποικιλίες που μελετήθηκαν αλλά κύρια για την 1^η εβδομάδα συντήρησης. Μείωσε επίσης την εμφάνιση σήψεων και δεν τροποποίησε μακροχρόνια το ρυθμό αναπνοής ώστε να τροποποιηθεί το περιβάλλον συντήρησης των καρπών μέσα στις σακούλες.

Η χρήση τροποποιημένης ατμόσφαιρας σε συνδυασμό με την εμβάπτιση σε θερμό νερό είναι αποτελεσματική για μείωση των μετασυλλεκτικών σήψεων σε αποδεκτά εμπορικά επίπεδα, χωρίς μετασυλλεκτική εμβάπτιση σε μυκητοκτόνα. Επομένως, ο συνδυασμός τροποποιημένης ατμόσφαιρας και εμβάπτισης σε θερμό νερό μπορεί να μελετηθεί και σε πιλοτικό επίπεδο για τη διακίνηση στις αγορές του εξωτερικού σχετικά ώριμων, υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας ροδάκινων και νεκταρινιών, όταν απαιτείται έως και 1 εβδομάδα μετασυλλεκτικής μεταχείρισης έως ότου οι καρποί φτάσουν στον καταναλωτή και η ποιότητά τους θα παραμείνει ικανοποιητική για λίγες ακόμη μέρες στο οικιακό ψυγείο χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anderson, R.E. 1982. Long term storage of peaches and nectarines intermittently warmed during controlled atmosphere storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 214-216.

Anderson, R.E. and Penny, R.W. 1975. Intermittent warming of peaches and nectarines stored in controlled atmosphere or air. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 151-153.

Ben- Arie, R. and Lavee, S. 1971. Pectic changes occurring in Elberta peaches suffering from woolly breakdown. *Phytochemistry*. 10: 531-538.

Bonghi, C., Ramina, A., Ruperti, B., Vidrih, R. and Tonutti, P. 1999. Peach fruit ripening and quality in relation to picking time and hypoxic and high CO₂ short- term postharvest treatments. *Postharvest Biol. Techn.* 16: 213-222.

Boyce, W.W. 1995. The development of wooliness in South African peaches during cold storage. *West Province Fruit Research Station, S. Africa.* 4: 533.

Brecht, J.K. and Kader, A.A. 1989. Ripening and reduced ethylene production by nectarine fruit following exposure to ethylene. *HortScience*. 17: 222-225.

Brooks, C., Brateley, C.O. and McColloch, L.P. 1936. Transit and storage diseases of fruits and vegetables as affected by initial carbon dioxide treatments. *US Dept. Agr. Tech. Bull.* 519: 1-24.

Chapman, G.W., Horvat, R.J. and Forbes, W.R. 1991. Physical and chemical changes during the maturation of peaches (cv. Majestic). *J. Agric. Food Chem.* 39: 867-870.

Cheng, G.W. and Crisosto, C.H. 1995. Browning potential, phenolic composition and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 835-838.

Choi, J.H. and Koo, S. Effect of M.A. storage on wooliness of "Yumyeong" peaches. 1997. *Postharvest Horticulture Series*. 3: 132-138.

Claypool, L.L. 1977. Plant nutrition and deciduous fruit crop quality. *HortScience*. 10: 45-47.

Crisosto, C.H., Garner, D. and Cid, L. 1997a. Predicting market life of O' Henry and Elegant Lady peaches under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Horticulture Series*. 3: 121-131.

Crisosto, C.H., Johnson, S.R. DeJong, T. and Day, K.R. 1997β. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience*. 32 :820-823.

Crisosto, C.H., Mitcham, E.S. and Kader, A.A. 2002. Peaches and nectarines recommendations for maintaining postharvest quality. <http://rics.ucdavis.edu>.

Fischer, R.L. and Bennett, A.B. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42: 675-703.

Fuchs, Y., Zauberman, G., Rot, I. and Weksler, A. 1989. Chilling injury and electrolyte leakage in cold stored mango and avocado fruits. *Acta Hort.* 258:303-308.

Garner, D., Crisosto, C.H. and Otieza, E. 2001. Controlled atmosphere storage and aminoethoxyvinyl- glycine postharvest dip delay post cold storage softening of "Snow King" peach. *HortTechnology*. 11: 598-602.

Guelfat- Reich, S. and Ben-Arie, R. 1966. Effect of delayed storage and the stage of maturity at harvest on the keeping quality of peaches in Israel. *Isr. J. Agric. Res.* 16: 163-170.

Kader, A. and Mitchell, F.G. 1989. *Postharvest Physiology*. J.H. LaRue and R.S. Johnson (Eds). Peaches, plums and nectarines: Growing and handling for fresh market. UC DANR Publ. 3331. pp.158-164.

Kader, A.A. and Ramming, D.W. 1988. Genotypic variation in postharvest behavior and quality of stone fruits. Report to California Tree Fruit Agreement. p. 20.

Kerbel, E., Ke, D. and Kader, A. 1990. Tolerance of Fantasia nectarines to low O₂ and high CO₂ atmospheres. *Refrigeration Sci. and Techn.* pp. 325-331.

Kodikara, N., Adikaram, N.K.B. and Karunaratne, A.M. 1996. Effect of postharvest hot water treatment on papaya. *Proc. Australasian Postharvest Horticulture Conf. "Science and Technology for the first fruit revolution"*. Melbourne, Australia, 18-22 September, 1995, pp. 417-422.

Kumar, A. and Gupta, R. 1998. Fundamentals of polymers. Mc graw-hill. New York. pp. 415-419.

Lay-Yee, M. and Rose, K.J. 1994. Quality of Fantasia nectarines following forced air heat treatments for insect disinfestation. HortScience. 29: 663-666.

Lill, R.E. 1984. Alleviation of internal breakdown of nectarines during cold storage by intermittent warming. Scientia. Hort. 25: 241-246.

Loaiza-Velarde, J.G. and Saltveit, M.E. 2001. Heat shocks applied either before or after wounding reduce browning of lettuce leaf tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126: 227-234.

Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. Postharvest Biol. Techn. 14:257-269.

Luza, J.G., Van Gorsel, R., Polito, V.S. and Kader A.A. 1992. Chilling injury in peaches: A cytochemical and ultrastructural cell wall study. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 114-118.

Mangrich, M.E. and Saltveit, M.E. 2000. Heat shocks reduce chilling sensitivity of cotton, kenaf, okra and rice seedling radices. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 377-382.

Mitchell, F.G. and Kader, A.A. 1989. Factors affecting deterioration rate. J.H. LaRue and R.S. Johnson (Eds). Peaches, plums and nectarines: Growing and handling for fresh market. UC DANR Publ. 3331. pp:165-178.

Mitchell, F.G., Mayer, G. and Beede, R.H. 1977. Studies of various factors affecting postharvest performance of shipping stone fruits. Report to California Tree Fruit Agreement. p.34.

Mitchell, F.G., Mayer, G., Maxie, E.C. and Coates, W.W. 1974. Cold storage effects on fresh market peaches. Calif. Agric. 28: 12-14.

Montoya, M.M, Plaza, J. and Lopez- Rodriguez, V. 1994. Electrical conductivity of avocado fruits during cold storage and ripening. Lebensmittel-Wissenschaft Technologie. 27: 34-38.

Nanos, G.D. and Mitchell, F.G. 1991. High temperature conditioning to delay internal breakdown development in peaches and nectarines. HortScience. 26: 882-885.

Nyanjage, M.O., Wainwright, H. and Bishop, C.F.H. 1998. The

effects of hot water treatments in combination with cooling and/ or storage on the physiology and disease of mango fruit (*Mangifera indica*). J. Hort. Sci. Biotechn. 73: 589-597.

Obenland, D.M. and Aung, L.H. 1997. Sodium chloride reduces damage to nectarines caused by hot water treatments. Postharvest Biol. Techn. 12: 15-19.

Obenland, D.M. and Carroll, T.R. 2000. Mealiness and pectolytic activity in peaches and nectarines in response to heat treatment and cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 723-728.

Paull, R and Chen, N.S. 2000. Heat treatment and fruit ripening. Postharvest Biol. Techn. 21: 21-37.

Pesis, E., Marinansky, R., Zauberman, G. and Fucks, Y. 1994. Prestorage low oxygen atmosphere treatment reduces chilling injury symptoms in Fuerte avocado fruit. HortScience. 29: 1042-1046.

Pusey, P.L., Hotchkiss, M.W., Dulmage, H.T., Baumgardner, R.A., Zehr, E.I. and Wilson, C.L. 1988. Pilot tests for commercial production and application of *Bacillus subtilis* (B-3) for postharvest control of peach brown rot. Plant Dis. 72: 622-626.

Pusey, P.L., Wilson, C.L., Hotchkiss, M.W. and Franklin, J.D. Compatibility of *Bacillus subtilis* for postharvest control of peach brown rot with commercial fruit waxes, dicloran and cold storage conditions. Plant Dis. 70: 587-590.

Retamales, J., Reinaldo, L., Herrera, P and Camus J.M. 1997. High CO₂ modified atmosphere can be effective in preventing wooliness in nectarines. Postharvest Horticulture Series. 3: 46-53.

Reyneke, J. 1941. The final ripening period in relation to wooliness of Peregrine peaches. Sci. Bull. Dept. Agric. For. Un. S. Afr. No. 228.

Roberts, R.G. 1994. Integrating biological control into postharvest disease management strategies. HortScience. 29 : 758-762.

Robertson, S.A., Meredith, F.I., Horvat, R.S. and Senter, S.D. 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches cv "Crest Heaven". J. Agric. Food Chem. 38: 620-624.

Saltveit, M.E. 2000α. Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat shocks applied after chilling. *Postharvest Biol. Techn.* 21: 169-177.

Saltveit, M.E. 2000β. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biol. Techn.* 21: 61-69.

Selvarajah, S., Herath, H.M.W. and Bandara, D.C. 1998. Physiological effects of pre heat treatment on pineapple fruit stored at low temperatures. *Tropical Agric. Res.* 10: 417-419.

Shiekh, E.A. and Habiba, R. 1996. Effect of storage time on the quality of peach fruit held in cold storage in different types of packaging. *Gartenbauwissenschaft.* 61: 7-10.

Smilanick, J.L. and Fouse, D.C. 1989. Quality of nectarines stored in insecticidal low O₂ atmospheres at 5°C and 15°C. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 431-436.

Snowdon, A.C. 1990. Postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol. 1: General introduction and fruits. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 218-237.

Taylor, M.A., Jacobs, G., Rabe, E. and Dodd, M.C. 1993. Physiological factors associated with over ripeness, internal breakdown and gel breakdown in plums stored at low temperature. *Hort. Sci.* 68: 825-830.

Taylor, M.A., Rabe, E., Jacobs, G. and Dodd, M.C. 1995. Effect of harvest maturity on pectic substances, internal conductivity, soluble solids and gel breakdown in cold stored Songold plums. *Postharvest Biol. Techn.* 5: 285-294.

Wang, C.Y. and Anderson, R.E. 1982. Progress of controlled atmosphere storage and intermitted warming of peaches and nectarines. In: D. G. Richardson and M. Meheriuk (eds), *Controlled Atm. for Storage and Transport of Perishable Commodities.* pp: 221-228.

Wang, C.Y. and Ling, Q. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. *Postharvest Biol. Techn.* 10: 195-200.

Wankier, B.N., Salunkhe, D.K. and Campbell, W.F. 1970. Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and

peach fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 604-609.

Wisniewski, M.E. and Wilson, C.L. 1992. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances. HortScience. 27: 94-98.

Woolf, A.B. 1997. Reduction of chilling injury in stored Hass avocado fruit by 38°C water treatments. HortScience. 32: 1247-1251.

Woolf, A.B., Karen, S.B., Spooner, J., Lay-Yee, M., Ferguson, I.B., Watkins, C.B., Gunson, A. and Forbes, S.K. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon Fuyu during storage by dry air heat treatments. Postharvest Biol. Techn. 11: 155-164.

Zoffoli, J.P., Rodriguez, J., Aldunce, P. and Crisosto, H. 1997. Development of high concentration carbon dioxide modified atmosphere packaging systems to maintain peach quality. Postharvest Horticulture Series. 3: 37-45.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλακάκης, Μ. και Θερίος, Ι. 1994. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας. Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης.

Κουκουργιάννης, Β. 2002. Η ροδακινιά στην Ελλάδα. Παρελθόν, παρόν και μέλλον, αναδιάρθρωση, ανανέωση της καλλιέργειας και ποικιλίες. Γεωργία- Κτηνοτροφία, 1: 10-17.

Σφακιωτάκης, Ε. 1993. Γενική Δενδροκομία. ΤυροΜαν, Θεσ/νίκη, 3^η έκδοση.

Σφακιωτάκης, Ε. 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. ΤυροΜαν, Θεσ/νίκη, 1^η έκδοση.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072388